

UNIVERSITETET I OSLO

Institutt for informatikk

**Trafikkinformasjon for
synshemmede - Et
casestudie av Trafikantens
mobile tjenester**

Masteroppgave

(60 studiepoeng)

Bjørnar Pedersen

31. august 2010



Sammendrag

For synshemmede kan mobilitet være et stort problem, ettersom de i liten grad er i stand til å transportere seg selv over lengre avstander. I praksis blir mange derfor avhengig av fylkenes transporttjeneste, eller venner og familie, for å komme seg rundt. Antallet slike turer er sterkt begrenset, og mange synshemmede opplever dermed å bli isolert fra samfunnet, mot sin vilje. Dersom denne gruppen i større grad kan benytte seg av kollektivtransport, vil de være i stand til å komme seg ut oftere, og dermed oppleve økt livskvalitet. En forutsetning for at dette skal være mulig er en tilgjengelig kollektivtrafikk, både når det gjelder fysisk utforming av fremkomstmidler og stoppesteder, og tilgjengeligheten av relevant informasjon. Jeg drøfter i denne masteroppgaven begge disse satsningsområdene, men hovedfokus er på informasjonstjenester, og da i første rekke Trafikantens informasjonstjenester for mobiltelefon. Det viser seg at disse allerede i dag er mulige å bruke for synshemmede med skjermlesere, men det finnes et stort forbedringspotensial, både i forhold til tilgjengelighet, brukbarhet, effektivitet og nye funksjoner.

Abstract

For the visually impaired, mobility can be a huge issue, as it can be difficult for them to be able to transport themselves over long distances. As a result of this, a lot of visually impaired people have to rely on either friends or family, or on public transportation services for people with disabilities, to be able to get around. The allowed number of such trips is severely limited, and as a result of this, many experience isolation from society against their own will. If these people had been able to use regular public transportation to a greater extent, they would be able to get out more, thus increasing their quality of life. For this to be possible, public transportation must be accessible, both in the physical design of vehicles and stations, but also when it comes to accessible information about public transportation. Both of these areas are discussed in this master thesis, but the main focus is accessible information in general, and Trafikanten's information services for mobile devices in particular. These are, to some extent, already accessible to visually impaired users with screen readers, but there exists a large, untapped, potential, when it comes to accessibility, usability, efficiency, effectiveness and new functionality.

Forord

Jeg ønsker aller først å takke min veileder, Jo Herstad, for alle gode samtaler og innspill, og for å ha bidratt til å inspirere meg til å velge en oppgave relatert til universell utforming.

Trafikanten AS og deres ansatte, i første rekke Magne Bentzen og Bent Flyen, fortjener også stor takk for å ha tatt meg i mot med åpne armer, og gitt meg muligheten til å bli involvert i evalueringen av deres tjenester. Det å få lov til å være på "innsiden" av miljøet har for meg gjort oppgaven mer interessant, og ikke minst mer praktisk rettet enn den ellers ville blitt. Spesielt nyttig har det vært å kunne benytte Trafikantens kontaktnett, lokaler og utstyr.

Takk også til Lars Bjørndal i Handy Tech Norge, som har hjulpet meg med lisenser til hjelpemiddelprogramvare, og kommet med nyttige innspill. Videre ønsker jeg å takke representanter for Norges Blindforbund, som har vært tilgjengelige for å svare på spørsmål, og ikke minst alle de som har tatt seg tid til å delta i brukbarhetstester og intervju. Tusen takk!

Til slutt en stor takk til familie og samboer, som har holdt ut med meg i alle disse årene. Jeg setter utrolig stor pris på all den støtten dere har gitt meg!

Innhold

1. Introduksjon	1
1.1 Motivasjon.....	2
1.2 Problemstillinger	3
1.3 Oppgavens oppbygging	4
2. Teori	5
2.1 Menneske-maskin interaksjon	5
2.2 Assisterende teknologi	6
2.3 Universell utforming.....	7
2.4 Nettilgjengelighet	10
2.5 Tilgjengelighet for synshemmede i mobiltelefoner	13
2.5.1 Hardware	13
2.5.2 Software	15
2.5.3 Mobile plattformer.....	18
2.6 Tilgjengelig kollektivtrafikk.....	24
3. Metode.....	29
3.1 Heuristisk evaluering av Trafikantens mobilsider	29
3.2 Brukbarhetstesting av Trafikantens tjenester med skjermleser.....	33
3.2.1 Definer en oppgave.	34
3.2.2 Velg testmetode og definer prosedyren.	35
3.2.3 Klargjør testmateriale og nødvendig utstyr.	35
3.2.4 Gjennomfør en pilotundersøkelse.	36
3.2.5 Rekrutter testdeltagerne.....	37
3.2.6 Forklar testens mål for brukerne.	37
3.2.7 Gjennomfør testen.	38
3.2.8 Takk deltagerne, gi dem en debriefing.	38
3.2.9 Gjennomfør innledende analyse.....	39
3.3 Dybdeintervju med blind superbruker	40
3.4 Samtaler med synshemmede brukere	42

4. Case	43
4.1 Om Trafikanten og Ruter	43
4.2 Informasjonskanaler i kollektivtrafikken	44
4.2.1 Informasjonskanaler på stoppestedene	44
4.2.2 Stedsuavhengige informasjonskanaler	47
5. Funn	51
5.1 Heuristisk evaluering	51
5.2 Brukbarhetstesting	55
5.2.1 Avvik i trafikken	55
5.2.2 Sanntid fra et stoppested	59
5.2.3 Tidtabell fra et stoppested	62
5.2.4 Reise mellom steder	64
5.2.5 Applikasjon til iPhone	67
5.2.6 Oppsummering og debriefing	68
5.3 Dybdeintervju med blind superbruker	71
5.4 Samtaler med synshemmede brukere	74
6. Diskusjon	76
6.1 Første problemstilling	76
6.2 Andre problemstilling	77
6.3 Tredje problemstilling	81
7. Konklusjon	86
8. Appendiks	89
8.1 Artikkel: Accessibility and public traffic information	89
8.2 Brukbarhetstest	110
8.2.1 Avvik	110
8.2.2 Sanntid	111
8.2.3 Tidtabell	113
8.2.4 Reiseplanlegger	116
Litteraturliste	121

1. Introduksjon

Mobilitet, og muligheten til å delta i samfunnet, er noe de fleste av oss tar for gitt. Dessverre er det likevel slik at et stort antall mennesker med nedsatt funksjonsevne faller utenom, ettersom deres mobilitet hindres av ulike barrierer, fysiske så vel som teknologiske. Denne gruppen har også krav på likeverd, og har de samme borgerrettighetene som resten av befolkningen. Derfor er det et alvorlig problem når disse rettighetene brytes, både for individet og for samfunnet som helhet. Det virker å være en økende bevissthet rundt denne gruppens rettigheter, eksemplifisert ved den nye diskriminerings- og tilgjengelighetsloven, og tilsvarende lovverk i andre land. Samtidig gir også utviklingen av teknologi nye muligheter til å bryte ned barrierene, både i form av mer universelt utformede produkter og miljøer, men også i form av mer avanserte hjelpemidler.

Synshemmede skiller seg fra andre grupper ved at de både er forflytningshemmet så vel som orienteringshemmet (Fuglerud, et al. 2003). For mange fører dette til isolasjon, ettersom eneste reelle mulighet for transport ofte er fylkenes transporttjeneste for funksjonshemmede, hvor antallet turer i måneden gjerne er sterkt begrenset. Denne begrensningen pålegger disse synshemmede et svært lavt aktivitetsnivå, og medfører stadig umulige prioriteringer over hva turene skal brukes til. Dersom disse menneskene i større grad kunne brukt vanlig kollektivtransport ville dette trolig bidratt til å øke deres livskvalitet, men det ville også gitt besparelser for samfunnet. For at dette skal være mulig er det helt essensielt at hvert eneste ledd i reisekjeden er tilgjengelig, ellers vil hele reisen fremstå som utilgjengelig. Denne kjeden inkluderer å skaffe seg informasjon om reisen på forhånd og underveis, å finne frem til avreisestoppestedet, å gå om bord i transportmidlet og finne seg et sete, å komme seg av på riktig stoppested, samt å komme seg fra dette stoppestedet til det endelige reisemålet. Tilgjengeliggjøring av hele reisekjeden er en svært omfattende prosess, som vil kreve målrettet arbeid for å kunne gjennomføres.

I denne oppgaven ser jeg på hvordan prinsippene for universell utforming, kombinert med assisterende teknologi, kan brukes for å gjøre kollektivtrafikken mer tilgjengelig for synshemmede. Mitt hovedfokus er mobiltelefonbaserte løsninger, men disse må settes inn i en større sammenheng, og jeg har derfor også undersøkt andre løsninger og tiltak. I neste underkapittel vil jeg fortelle litt om motivasjonen som ligger til grunn for denne oppgaven.

1.1 Motivasjon

Min interesse for universell utforming, og mitt engasjement for tilgjengeliggjøringen av viktige tjenester, slik som kollektivtrafikken, ble vekket til live av deltagelse i kursene INF4260 – *Human-Computer Interaction*, INF5261 – *Utvikling av mobile informasjonssystemer* og INF5270 – *Design av interaktive nettsteder*.

Spesielt innflytelsesrikt var INF5261, som ble forelest av min veileder, Jo Herstad. Dette er et prosjektbasert fag, hvor min gruppe valgte å utvikle et informasjonssystem for studenter, "F.I.F.F.I.G" (Tronstad, et al. 2009), som blant annet inkluderte data fra Trafikantens sanntidssystem. Samtidig ønsket vi å fokusere på at systemet skulle være tilgjengelig også for synshemmede, og valgte derfor å ta med dette perspektivet i evalueringen av systemet. Vi gjennomførte derfor enkle brukbarhetstester på mobiltelefon, med og uten skjermleser, samt en mer omfattende heuristisk evaluering opp mot retningslinjer for nettilgjengelighet, WCAG 2.0. Disse erfaringene har vært svært nyttige for meg under gjennomføringen av denne masteroppgaven.

Arbeidet med denne oppgaven har også gitt meg muligheten til å treffe mange inspirerende mennesker, og til å få være med på spennende møter. Her vil jeg spesielt trekke frem Trafikantens informasjonsmøte for Blindeforbundets medlemmer, samt evalueringen av Trafikantens nye sanntidsskilter med talesyntese sammen med representanter for Blindeforbundet, som spesielt lærerike.

Det var også svært givende å få lov til, sammen med min medstudent Didar Akrei, å skrive en artikkel som ble publisert under konferansen Unitech2010, *The International Conference on Universal Technologies*. Denne artikkelen, "*Accessibility and public traffic information*" (Akrei og Pedersen 2010), er relevant for min masteroppgave, og finnes derfor vedlagt i sin helhet i denne oppgavens appendiks.

I det neste underkapittelet presenterer jeg problemstillingene jeg har valgt for denne oppgaven, og gir en kort redegjørelse av motivasjonen for disse valgene.

1.2 Problemstillinger

For å være i stand til å evaluere Trafikantens tjenester for synshemmede brukere, er det nødvendig å ha en forståelse av hvilke problemer denne gruppen kan ha når de skal reise kollektivt. Første problemstilling er derfor:

"Hvilke utfordringer kan synshemmede møte i kollektivtrafikken?"

Selv om hovedfokuset i denne oppgaven er på Trafikantens mobile tjenester, kan ikke disse evalueres helt separat, men må ses i sammenheng med andre tjenester og tiltak. Andre problemstilling er:

"Hva slags tiltak er iverksatt for å gjøre kollektivtrafikken i Oslo mer tilgjengelig for synshemmede?"

For at synshemmede skal være i stand til å benytte seg av Trafikantens mobile tjenester, er det svært viktig at disse fungerer tilfredsstillende med hjelpemidler for mobiltelefon, som skjermlesere. Den tredje og siste problemstillingen er derfor:

"I hvilken grad er Trafikantens mobile tjenester tilgjengelige for synshemmede som bruker skjermleser, og hvordan kan disse forbedres?"

Gjennom å se på disse spørsmålene søker jeg å skaffe til veie kunnskap om tilgjengelig kollektivtrafikk generelt, og om tilgjengeligheten for synshemmede i Trafikantens mobile tjenester spesielt. Det er mitt håp at Trafikanten kan ha nytte av mine funn i sin videreutvikling av disse tjenestene, og at arbeidet jeg har lagt ned i denne oppgaven på den måten kan komme de reisende direkte til gode.

1.3 Oppgavens oppbygging

Oppgavens oppbygging er som følger:

2. kapittel er et teorikapittel, hvor jeg gjør rede for begreper som er aktuelle for oppgaven. Disse er Menneske-maskin interaksjon (2.1), Assisterende teknologi (2.2), Universell utforming (2.3), Nettilgjengelighet (2.4), Tilgjengelighet for synshemmede i mobiltelefoner (2.5) og Tilgjengelig kollektivtrafikk (2.6)

I 3. kapittel beskrives metodene jeg har benyttet i datainnsamlingen. Disse inkluderer Heuristisk evaluering av Trafikantens mobilsider (3.1), Brukbarhetstesting av Trafikantens mobile tjenester med og uten skjermleser (3.2), Dybdeintervju med blind superbruker (3.3) og samtaler med brukere (3.4).

Det 4. kapittelet gir en kort presentasjon av Trafikanten og Ruter, og de informasjonskanalene som finnes i kollektivtrafikken i Oslo og Akershus.

I kapittel 5 presenteres de ulike funnene jeg har gjort. Hvert underkapittel hører sammen med det tilsvarende nummererte underkapittelet i kapittel 3.

Kapittel 6 inneholder diskusjonsdelen av oppgaven, hvor jeg drøfter problemstillingene opp mot teori og funn, mens konklusjonen kommer i kapittel 7.

Kapittel 8 utgjør appendiks, og inneholder artikkelen jeg skrev sammen med Didar Akrei i sin helhet, "*Accessibility and public traffic information*" (8.1), samt en detaljert gjennomgang av Trafikantens mobile nettsider med skjermleseren Nuance TALKS (8.2).

2. Teori

I dette kapittelet presenterer jeg fagstoff og begreper som har vært nyttige under arbeidet med oppgaven. Det første begrepet jeg skal presentere er svært sentralt for valgene jeg har tatt når det gjelder evaluering av Trafikantens tjenester, nemlig menneske-maskin interaksjon.

2.1 Menneske-maskin interaksjon

Menneske-maskin interaksjon (HCI) defineres av *The Association for Computing Machinery* som et fagområde opptatt av utformingen, evalueringen og implementeringen av interaktive datasystemer for menneskelig bruk, og av studiene av hovedfenomenene som omgir dem (Hewett, et al. 1992). Målet med HCI er å kunne forsikre seg om sikkerheten, nytten, effektiviteten, tilgjengeligheten og brukbarheten av slike systemer (Stephanidis 2000).

John D. Gould og Clayton Lewis anbefaler tre designprinsipper (Gould og Lewis 1985), som har blitt sentrale for HCI. Disse er:

Tidlig fokus på brukere og oppgaver

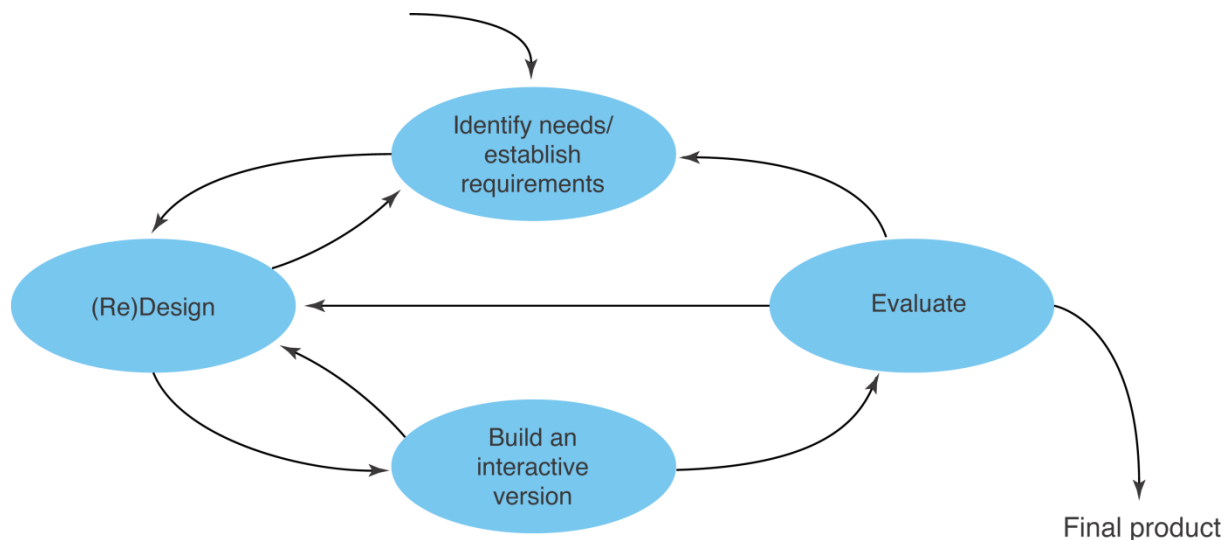
Designerne må forstå hvem brukerne kommer til å være. Denne forståelsen baseres delvis på å studere brukernes kognitive, oppførselsmessige, antropometriske og holdningsmessige karakteristikk, og delvis på å studere de antatte oppgavenes natur.

Empiriske målinger

Allerede tidlig i utviklingsprosessen bør antatte brukere benytte simuleringer og prototyper for å utføre reelt arbeid, mens prestasjonene og reaksjonene deres bør observeres, lagres og analyseres.

Iterativ design

Når problemer oppdages i brukertesting, noe som garantert vil skje, må de rettes opp i. Derfor må designprosessen være iterativ: Det må eksistere en designsyklus, hvor tester, måling og redesign utføres så ofte som det er nødvendig.



Figur 1: En livssyklusmodell for interaksjonsdesign (Sharp, Rogers og Preece 2007).

En type produkter og tjenester som i utviklingen med fordel kan benytte prinsippene for menneske-maskin interaksjon, er såkalt assisterende teknologi. I neste underkapittel ser jeg nærmere på dette begrepet.

2.2 Assisterende teknologi

I *The Assistive Technology Act of 1998* (Public Law 105-394 1998) er begrepet "*assistive technology device*" definert som ethvert produkt, enhet eller utstyr, enten kjøpt kommersielt, endret eller tilpasset, som brukes til å vedlikeholde, øke eller forbedre funksjonsevnen til personer med funksjonshemninger. Dave L. Edyburn (Edyburn 2004) påpeker at dette er en veldig vag definisjon, særlig på grunn av bruken av ordet "ethvert" (any), og argumenterer for at søkemotoren AskJeeves, ut i fra definisjonen, også må kunne regnes som assisterende teknologi.

Den samme vagheten går igjen på norsk, hvor det er vanligere å beskrive slike enheter som hjelpemidler enn som assisterende teknologi. Et hjelpemiddel er, i følge NAVs Hjelpemiddeldatabase (Hjelpemiddeldatabasen 2009), enhver gjenstand, tiltak eller teknisk løsning, som kan bidra til å redusere praktiske utfordringer en person har på grunn av nedsatt funksjonsevne på ett eller flere områder.

Prinsipielt er det altså svært få, om noen, begrensninger i forhold til hva som kan regnes som assisterende teknologi eller hjelpemidler, uansett om det er rettet spesielt mot funksjonshemmede eller ikke. I dagligtale er det nok likevel slik at begrepene forstås som at målgruppen er funksjonshemmede. Rose et al. (Rose, et al. 2005) påpeker at assisterende teknologi som regel er utformet spesifikt for å assistere individer med funksjonshemninger i å bryte gjennom barrierer i sine miljøer, og til å øke deres muligheter for selvstendighet. Løsninger som er ment å kunne brukes av alle mennesker, inkludert funksjonshemmede, går under begrepet universell utforming, som beskrives i neste underkapittel.

2.3 Universell utforming

Begrepet universell utforming ble først brukt av Ronald L. Mace i 1985 (Preiser og Ostroff 2001), men konseptene ble også beskrevet av andre i samtiden. Med universell utforming menes utformingen av produkter og omgivelser på en slik måte at de kan brukes av alle mennesker, i så stor grad som mulig, uten behov for tilpasning eller spesialisert utforming (Story, Mueller og Mace 1998). Hensikten er å forenkle livet for alle ved å lage produkter, kommunikasjonsmidler og bygde omgivelser mer brukbare for flere mennesker, med små eller ingen ekstra kostnader. Dette synet har fått mer oppmerksomhet i de senere år, i Norge eksemplifisert ved den nye diskriminerings- og tilgjengelighetsloven (Lovdata 2008), som pålegger offentlig virksomhet, samt privat virksomhet rettet mot allmennheten, å fremme universell utforming.

"We are all disabled, it is just a matter of degree"
- Carl Brown, 1989

Nettopp denne aksepten for at alle individer er unike står sentralt i universell utforming, og legger klare føringer for utformingen av produkter og omgivelser. Samtidig er det lite sannsynlig at produkter eller omgivelser noensinne kan brukes av alle under alle forhold, og det kan derfor være mer passende å se på universell utforming som en prosess, enn som et konkret oppnåelig mål (Story, Mueller og Mace 1998). For veiledning under denne prosessen har *The Center for Universal Design*, stiftet av Ronald L. Mace, ved *North Carolina State University* publisert syv designprinsipper for universell utforming (Story, Mueller og Mace 1998). For hvert av disse prinsippene gis det en kort definisjon, samt flere retningslinjer som

bør følges. Prinsippene presenteres under, norsk oversettelse er hentet fra artikkelsamlingen "*Universell utforming over alt!*" (Sosial- og helsedirektoratet 2003).

1. Like muligheter for bruk.

Utformingen skal være brukbar og tilgjengelig for mennesker med ulike ferdigheter.

- a) Gi alle brukergrupper samme muligheter til bruk, alltid like løsninger når det er mulig, likeverdige hvis like ikke er mulig.
- b) Unngå segregering og stigmatisering av brukere.
- c) Muligheter for privatliv, sikkerhet og trygghet skal være tilgjengelig for alle.
- d) Gjøre utformingen tiltalende for alle brukere.

2. Fleksibel i bruk.

Utformingen skal tjene et vidt spekter av individuelle preferanser og ferdigheter.

- a) Muliggjøre ulike valg av metoder for bruk.
- b) Skal tjene både høyre- og venstrehåndsbruk.
- c) Lette brukerens nøyaktighet og presisjon.
- d) Muliggjøre ferdigheter som samsvarer med brukerens tempo.

3. Enkel og intuitiv i bruk.

Utformingen skal være lett å forstå uten hensyn til brukerens erfaring, kunnskaper, språkferdigheter eller konsentrasjonsnivå.

- a) Eliminere unødvendig kompleksitet.
- b) Være i overensstemmelse med brukerens forventninger og intuisjon.
- c) Tjene et vidt spekter av lese-, skrive- og språkferdigheter.
- d) Arrangere informasjonen konsist i forhold til viktighet.
- e) Muliggjøre effektive og raske tilbakemeldinger i løpet av og etter at oppgaven er utført.

4. Forståelig informasjon.

Utformingen skal kommunisere nødvendig informasjon til brukeren på en effektiv måte, uavhengig av forhold knyttet til omgivelsene eller brukerens sensoriske ferdigheter.

- a) Bruke forskjellige måter (bilde, verbal, taktil) for en bred presentasjon av essensiell informasjon.
- b) Muliggjøre adekvate kontraster mellom essensiell informasjon og deres omgivelser.
- c) Maksimere «lesbarheten» av essensiell informasjon.
- d) Muliggjøre kompatibilitet med forskjellige typer teknikker og innretninger, til bruk for mennesker med sensoriske begrensninger.

5. Begrense skade.

Utformingen skal minimalisere farer og skader som kan gi ugunstige konsekvenser, eller minimalisere utilsiktede handlinger.

- a) Arrangere elementene på en slik måte at en minimaliserer farer og feil; mest brukte elementer, mest tilgjengelige; farlige elementer elimineres, isoleres eller skjermes.
- b) Sørge for advarsel om farer og feil.
- c) Sørge for anordninger for feilsikkerhet.
- d) Ikke oppmuntre til utilsiktede handlinger på områder som krever årvåkenhet.

6. Lav fysisk anstrengelse.

Utformingen skal kunne brukes effektivt og bekvemt med et minimum av besvær.

- a) Tillate brukeren å opprettholde en nøytral kroppsstilling.
- b) Bruke rimelig betjeningsstyrke.
- c) Minimalisere gjentakende handlinger.
- d) Minimalisere vedvarende fysisk kraft.

7. Størrelse og plass for tilgang og bruk.

Hensiktsmessig størrelse og plass skal muliggjøre tilgang, rekkevidde, betjening og bruk, uavhengig av brukerens kroppsstørrelse, kroppsstilling eller mobilitet.

- a) Muliggjøre en klar synslinje til viktige elementer for både sittende og stående brukere.
- b) At det er bekvem rekkevidde til alle komponenter for sittende og stående brukere.
- c) Muliggjøre variasjoner i hånd- og gripestørrelse.
- d) Tilrettelegge nok rom for bruk av hjelpemidler og personlig assistanse.

Rose et al. (Rose, et al. 2005) foreslår at man kan se på assisterende teknologi og universell utforming som to fremgangsmåter som befinner seg på en linje. Begrepene er lette å skille fra hverandre på endene av linjen, men mot midten av linjen viskes distinksjonene ut, og fellestrekkene blir tydeligere. For å illustrere forskjellene mellom begrepene, og for å vise viktigheten av å legge vekt på begge, bruker de mobilitet som eksempel.

Man kan se på manglende mobilitet, ved for eksempel lammelser, primært som et individuelt problem, som krever et unikt og personlig behov for tilpasning. Et slikt syn understreker behovet for løsninger basert på assisterende teknologi, som kan hjelpe individet med å overkomme sine begrensninger, for eksempel en elektrisk rullestol. Fordelen er at slike løsninger er at nøyaktige tilpasninger kan gjøres for hver enkelt bruker.

Men, manglende mobilitet kan også ses på som et omgivelsesproblem, argumenterer Rose et al., ettersom begrensninger i utformingen av omgivelsene kan skape fysiske barrierer. Dette gjelder for eksempel bygninger hvor man kun kan bevege seg mellom etasjene ved hjelp av trapper. En slik bygning skaper barrierer for mange brukere, blant annet de som sitter i rullestol. Dette synet understreker behovet for godt utformede omgivelser, som gir alternativer som heiser og ramper. Fordelen med slike løsninger er at de ikke bare kommer det spesifikke individet med et mobilitetsproblem til gode, men også mange andre individer, inkludert personer uten funksjonshemninger, for eksempel de med barnevogn.

I realiteten er begge synspunktene essensielle, i følge Rose et al. Dersom man kun fokuserer på assisterende teknologi, vil vi etter hvert få omgivelser som er svært dårlig utformet, og fulle av fysiske barrierer, slik at mange individer vil få begrenset sin mobilitet. Dette vil igjen skape et behov for omfattende og svært kostbar assisterende teknologi. Det vil heller ikke være heldig å fokusere kun på universell utforming, ettersom man da vil ende opp med å bygge omgivelser som er for komplekse og kostbare. Konklusjonen er at de beste og mest kostnadseffektive løsningene er de som bruker en kombinasjon av begge fremgangsmåtene. Assisterende teknologi bidrar til å gjøre universelt utformede produkter og omgivelser mer effektive. Dette forholdet mellom assisterende teknologi og universell utforming er sentralt også innenfor nettilgjengelighet, som jeg ser på i neste underkapittel.

2.4 Nettilgjengelighet

Web Accessibility Initiative (WAI) er en del av World Wide Web Consortium (W3C), og skal arbeide for nettilgjengelighet gjennom fem primæraktiviteter (Web Accessibility Initiative u.d.):

- Sikre at nettets kjerneteknologier støtter tilgjengelighet.
- Utvikle retningslinjer for nettinhold, brukergenerert og forfatterverktøy.
- Tilrettelegge for utviklingen av evaluerings- og reparasjonsutstyr for tilgjengelighet.
- Drive utdanning og oppsøkende virksomhet.
- Koordinere med forskning og utvikling som kan påvirke fremtidig nettilgjengelighet.

Med begrepet nettilgjengelighet menes at personer med nedsatt funksjonsevne kan bruke Internett (Web Accessibility Initiative 2005). Mer spesifikt mener WAI med dette at personer med nedsatt funksjonsevne er i stand til å oppfatte, forstå, navigere og interagere med

Internett, og at de også selv er i stand til å bidra på Internett. Men det er ikke slik at tilgjengelige nettsider kun er til fordel for funksjonshemmede brukere, også andre kan dra nytte av nettsider utformet i tråd med prinsippene for tilgjengelighet. Som eksempler på dette nevner WAI personer med treg Internettforbindelse, personer med midlertidig nedsatt funksjonsevne, samt eldre brukere.

Hvorfor er det så viktig at Internett er tilgjengelig for alle? WAI påpeker at nettilgjengelighet er helt essensielt for like muligheter, ettersom bruken av Internett raskt sprer seg til de fleste områder av dagliglivet og samfunnet for øvrig (Web Accessibility Initiative 2009). Videre er det slik at viktige ressurser, som informasjon og tjenester fra myndighetene, utdanning og opplæring, handel, nyheter, interaksjon med arbeidsplassen, samfunnsdeltagelse, helse, fritid og underholdning i større og større grad tilbys gjennom Internett, fastslår WAI. I noen tilfeller er det til og med slik at Internett erstatter de tradisjonelle kanalene for slike ressurser.

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 er et sett retningslinjer, utgitt av W3C gjennom WAI, som gir et stort spenn av anbefalinger for å gjøre nettinhold mer tilgjengelig. Ved å følge disse retningslinjene vil innholdet gjøres tilgjengelig for en større andel av funksjonshemmede, inkludert synshemmede, døve, personer med læringsvansker, kognitive utfordringer, begrenset bevegelse, taleproblemer, lyssensitivitet og kombinasjoner av disse. I tillegg vil innholdet kunne bli mer brukbart også for brukere uten funksjonshemming (W3C 2008). Suksesskriteriene i WCAG 2.0 skiller seg fra WCAG 1.0 ved at de er teknologiavhengige, og er skrevet som testbare utsagn. W3C tilbyr omfattende dokumentasjon for hvordan disse suksesskriteriene kan oppfylles (W3C 2008)

I det følgende er det brukt uoffisielle norske oversettelser av prinsipper og retningslinjer, hentet fra MediaLTs hjemmesider (Tollefsen 2009).

Helt grunnleggende for WCAG 2.0 er de fire følgende prinsipper:

- Gjenkjennbart - informasjon og brukergrensesnitt må presenteres på måter brukerne kan tilegne seg.
- Anvendelig - brukergrensesnitt og navigasjon må fungere.
- Forståelig - informasjon og kontroll med brukergrensesnitt må være forståelig.

- Robust - innhold må kunne presenteres på ulike agenter inkludert hjelpemiddelteknologi.

Tollefsen (Tollefsen 2009) påpeker at disse prinsippene ikke er helt ulike de som brukes innen universell utforming, og at de også er i tråd med vanlig praksis for god menneske-maskin interaksjon. Samtidig, fortsetter Tollefsen, tas det høyde for spesielle løsninger i form av hjelpemidler, ettersom dette i praksis er nødvendig per i dag, og WCAG 2.0 skal være en praktisk rettet standard.

For hvert av disse fire prinsippene finnes det også én eller flere retningslinjer, totalt tolv.

Disse er:

1. Gjenkjennbart.

- 1.1 Alternativ tekst: Tilby et tekstalternativ til ikke-tekstlig innhold slik at det kan presenteres i alternative formater for de som trenger det: storskrift, punktskrift, tale, symboler eller enklere språk.
- 1.2 Tidsbaserte medier: Tilby alternativer til tidsbaserte medier.
- 1.3 Konfigurerbart: Lag innhold som kan presenteres på alternative måter (f.eks. enklere layout) uten at struktur eller informasjon går tapt.
- 1.4 Gjenkjennelig: Gjør det enklere for brukere å se og høre innhold, inkludert mulighet for å separere for- og bakgrunn.

2. Anvendelig

- 2.1 Tastatur: All funksjonalitet skal kunne brukes med tastatur.
- 2.2 Nok tid: Gi brukere nok tid til å lese og bruke innhold.
- 2.3 Anfall: Ikke utform innhold på en måte som er kjent for å kunne forårsake anfall.
- 2.4 Navigerbart: Tilby metodikk som hjelper brukere med å navigere, finne innhold og finne ut hvor de er.

3. Forståelig

- 3.1 Lesbart: Gjør tekstinnhold lesbart og forståelig.
- 3.2 Forutsigbart: Lag nettsider som fungerer og ser ut på forutsigbare måter.
- 3.3 Input assistanse: Hjelp brukere med å unngå, og å rette opp, feil.

4. Robust

- 4.1 Kompatibilitet: Maksimer kompatibilitet med eksisterende og fremtidige agenter inkludert hjelpemiddelteknologi.

Disse retningslinjene er igjen delt opp i testbare suksesskriterier, fordelt på nivåene A, AA og AAA. For å følge WCAG 2.0 er det et minstekrav at alle suksesskriteriene på nivå A oppfylles, mens det for å oppnå nivå AA eller AAA kreves at alle suksesskriteriene på det aktuelle

nivået og lavere oppfylles. For å understøtte dette har W3Cs arbeidsgruppe også i detalj dokumentert hvordan suksesskriteriene rent teknisk kan oppfylles.

Det er likevel ikke slik at WCAG 2.0 er egnet til å identifisere alle mulige tilgjengelighetsproblemer. Rømen og Svanæs (Rømen og Svanæs 2010) identifiserte ved hjelp av brukbarhetstesting 80 problemer med to nettsider i norsk offentlig sektor, hvorav 47 var tilgjengelighetsproblemer. I etterkant undersøkte de både WCAG 1.0 og WCAG 2.0 for å klargjøre hvor mange av tilgjengelighetsproblemene som kunne blitt identifisert ved hjelp av en heuristisk evaluering med suksesskriteriene i WCAG som heuristikker. Det viste seg at bare 27 % av tilgjengelighetsproblemene kunne blitt identifisert ved hjelp av WCAG 1.0, 32 % ved hjelp av WCAG 2.0, og 38 % ved hjelp av en kombinasjon av WCAG 1.0 og WCAG 2.0. Rømen og Svanæs konkluderer med at evaluering ved hjelp av WCAG er en god start, og at dette bør regnes som et minstekrav for tilgjengelige nettsider, men at det for ytterligere å forbedre tilgjengelighet og brukbarhet er nødvendig med en brukersentrert tilnærming, hvor det også utføres brukbarhetstester av nettsidene.

Tilgjengelighet er også et tema for mobiltelefoner, og dette er noe jeg tar opp i neste underkapittel.

2.5 Tilgjengelighet for synshemmede i mobiltelefoner

I dette underkapittelet vil jeg kort gjøre rede for synshemmedes bruk av mobiltelefon, og hvilke muligheter mobiltelefoner kan gi denne gruppen. Det første jeg vil se på er hardware.

2.5.1 Hardware

Det finnes egne mobiltelefoner som er utformet spesielt for blinde og svaksynte. Disse har til felles at de er svært enkle, og ofte kun i stand til å ringe med. Slik sett er de ikke spesielt relevante i forhold til å bruke nettleser eller andre applikasjoner til å innhente informasjon, rett og slett fordi de ikke støtter denne funksjonaliteten. Derimot kan den fysiske utformingen av slike telefoner være interessant, da den kan fungere som inspirasjon for mer avanserte mobiltelefoner på massemarkedet, slik at disse kan gjøres mer tilgjengelige for synshemmede og andre grupper, som for eksempel eldre.



Figur 2: Mobiltelefoner spesielt utformet for synshemmede. Til venstre "Doro HandlePlus 334", til høyre "Owasys 22C".

Synshemmedes bruk av mobiltelefon avhenger i stor grad av når i livet de ble synshemmet. Dersom dette skjer sent i livet har den synshemmede gjerne mye større vanskeligheter, ettersom dennes kompenserende strategier ikke har blitt utviklet i samme grad som hos de som har vært synshemmet helt fra ung alder (Plos og Buisine 2006). Plos og Buisine påpeker videre at de fleste blinde har en god mental representasjon av telefonens tastatur, ved hjelp av den hevede prikken på 5-tasten. Vanligvis bruker blinde begge hender: en til å holde telefonen, den andre til å utforske tastaturet, enten med pekefingeren, eller med de tre midterste fingrene. Mange av brukbarhetsproblemene for blindes bruk av mobiltelefon er relatert til knapper som er vanskelige å føle. For svaksynte er problemet først og fremst, i følge Plos og Buisine, at skriftstørrelsen på skjerm og taster er for liten, i tillegg til dårlig kontrast og høy lysstyrke på skjerm.

Utformingen av produkter for mennesker med nedsatt funksjonsevne bør ikke bare være opptatt av brukbarhet, men også av signalene disse produktene sender ut, slik at de fremstår som sosialt akseptable. Dersom produktet forbindes med funksjonshemming, er det sannsynlig at det kan bli avvist av de brukerne det ble utformet for. For eksempel kunne en mobiltelefon for blinde i prinsippet vært laget helt uten skjerm, men det finnes ingen garanti

for at markedet aksepterer en slik løsning (Plos og Buisine 2006). Det anbefales derfor at produkter ikke skal spesialiseres for bestemte befolkningsgrupper, men heller utformes slik at de kan passe for de fleste brukere, i tråd med prinsippene for universell utforming. For synshemmede vil dette i praksis gjennomføres ved at telefonene gjøres kompatible med assisterende teknologi, i form av leselister (hardware) eller talesyntese (software). En slik tilpasning muliggjør innhenting av den informasjonen som vanligvis formidles ved hjelp av mobiltelefonens skjerm. Hjelpemiddelsoftware for mobiltelefoner er temaet i neste underkapittel.



Figur 3: Brailino 20, tastatur og leselist for punktskrift, kan kobles opp mot mobiltelefoner ved hjelp av Bluetooth (Handy Tech Norge AS 2006).

2.5.2 Software

Skillene mellom datamaskin og mobiltelefon viskes stadig ut, og migreringen av tradisjonelle hjelpemidler for synshemmede til sistnevnte er derfor en naturlig utvikling. Det interessante er at hjelpemidlene gjennom denne prosessen kan bli tilført en helt ny dimensjon, nemlig mobilitet. Mobiltelefonens størrelse og basisfunksjonalitet kan gjøre det mulig å ta med seg

tradisjonelle hjelpemidler over alt, samtidig som helt nye og kontekstsensitive hjelpemidler kan utvikles.

Grunnleggende for synshemmedes bruk av avanserte mobiltelefoner er de såkalte skjermleserne. Disse programmene er i stand til å presentere skjermens innhold til brukeren på ikke-visuelle måter, enten i form av lyd ved hjelp av talesyntese, eller taktilt i kombinasjon med en leselist. I prinsippet kan det meste av mobiltelefonens funksjonalitet benyttes på denne måten, noe skjermleserne TALKS (Nuance u.d.), Mobile Speak (Code Factory u.d.) og VoiceOver (Apple 2009) er eksempler på. De siste fire årene har Hjelpemiddelsentralen i Oslo og Akershus totalt kjøpt inn 187 lisenser på skjermlesere, med eller uten forstørring. Fordelingen av disse er som følger: 150 lisenser for TALKS til Symbian, 32 lisenser for Mobile Speak til Symbian, én lisens for TALKS til Windows Mobile, og fire lisenser for Mobile Speak til Windows Mobile. Disse innkjøpstallene kan ikke overføres direkte til faktiske brukstall, men de er likevel en kraftig indikasjon på at Trafikantens synshemmede smarttelefonbrukere i stor grad benytter seg av Symbian-telefoner. Det skal også presiseres at VoiceOver er en integrert del av operativsystemet fra og med iPhone 3GS, og at det derfor ikke er nødvendig å kjøpe lisens for å bruke Apples løsning.

Lesemaskiner er et tradisjonelt hjelpemiddel for synshemmede, hvor tekst på et fysisk medium skannes inn, og de resulterende digitale bildene blir omformet til tekst. Til slutt omformes teksten til tale ved hjelp av talesyntese, slik at brukeren får tilgang til innholdet. Ved å bruke mobiltelefonens kamera til å ta bilde av tekst, kan denne funksjonaliteten gjenskapes på mobiltelefon. Det finnes allerede slik programvare på det kommersielle markedet, slik som kReader Mobile (knfb Reading Technology Inc. 2009) og TextScout (elumo 2010), hvor sistnevnte støtter norsk tale. En annen forskjell er at kReader utfører bildebehandlingen i selve telefonen, mens TextScout sender bildet til en server for prosessering. Det vil i begge tilfeller være en viss forsinkelse før teksten er klar for opplesing. Xu Liu foreslår i stedet å bruke video, for dermed å øke brukervennligheten ved bildetakingen (Liu 2008). Coughlan, Manduchi og Shen beskriver et system som bruker mobiltelefonens kamera til å hjelpe brukeren med å finne frem til ønsket destinasjon, ved å henge opp trykte bilder i miljøet, som programvaren kan kjenne igjen (Coughlan, Manduchi og Shen 2006). Bildegjenkjenningsteknologi i mobiltelefoner kan også være nyttig for seende, eksemplifisert ved applikasjonen SnapTell (SnapTell 2007), som er i stand til å gjenkjenne et stort utvalg av bøker, musikk, film og spill.

Nyere mobiltelefoner er gjerne utstyrt med GPS, og det finnes egne programvarepakker som gjør denne funksjonaliteten tilgjengelig for synshemmede, slik som, Mobile Geo (Code Factory u.d.) og Loadstone GPS (Loadstone GPS 2005). Wayfinder Access var tidligere et godt alternativ, men ble nylig kjøpt opp av et stort teleselskap, og deretter lagt ned. Sánchez, Aguayo og Hassler (Sánchez, Aguayo og Hassler 2007) beskriver et tilsvarende system, Ambient GPS, som i en brukbarhetstest med synshemmede barneskoleelever har gitt lovende resultater. I Ambient GPS blir retningsinstruksjoner gitt, ved hjelp av kartdata, i form av klokkeslett, hvor tolv er rett frem, og tre er til høyre. Et langt mer omfattende hjelpemiddel, ODILIA, som går lenger enn bare software, presenteres av Mayerhofer, Pressl og Wieser (Mayerhofer, Pressl og Wieser 2008). Dette systemet skal også kunne klare nærnavigasjon ved hjelp av infrarøde sensorer, men det viser seg at den fysiske utformingen foreløpig på langt nær er god nok, ettersom systemet er både upraktisk og potensielt stigmatiserende for brukeren. Det påpekes også at mangel på digitale kartdata er et problem, noe som i større grad er tilfellet for gående enn bilister.



Figur 4: En bruker av ODILIA, nedlesset av teknologi (Mayerhofer, Pressl og Wieser 2008).

Ved å bruke teknologier for trådløs kommunikasjon, slik som Bluetooth, IR, RFID og WiFi, kan man plassere ut sendere som er i stand til å tilby kontekstuell og lokasjonsspesifikk informasjon til mobiltelefoner innenfor senderens rekkevidde. Bohonos et al. (Bohonos, et al. 2007) påpeker at synshemmede kan dra stor nytte av denne typen informasjon, og nevner bruksområder som sanntidsinformasjon på busstopp, informasjon på kjøpesentre og trygg navigering i lyskryss.

Et slikt system, "Talking Points", beskrives av Stewart et al. (Stewart, et al. 2008). Dette urbane orienteringssystemet er ment å forbedre brukerens spasertur ved å tilby lokasjonsspesifikk informasjon om steder av interesse på veien. Hovedfokuset er å tilby denne informasjonen til synshemmede brukere, men de ønsker likevel å gjøre systemet nyttig også for seende. Dette gir en potensielt større brukergruppe, noe som er svært viktig ettersom systemets målsetning er at informasjonen skal legges inn og oppdateres av brukerne selv. Intervjuer viste at de synshemmede brukerne var spesielt opptatt av å bli gitt informasjon om hvor de kunne finne ulike steder, slik som toaletter og informasjonsskranker.

Det finnes en lang rekke smarttelefoner, som i prinsippet kan brukes som hjelpemidler av blinde ved hjelp av software. I det neste underkapittelet presenterer jeg noen av de mest sentrale.

2.5.3 Mobile plattformer

I denne oppgaven har jeg i hovedsak benyttet Symbian og iPhone OS, og disse plattformene får derfor mest oppmerksomhet i denne beskrivelsen. Symbian ble valgt på grunn av utbredelsen, ikke minst blant synshemmede, og det store utvalget av hjelpemidler som finnes til plattformen. iPhone ble særlig valgt på grunn av populariteten til Trafikantens iPhone-applikasjon, men at skjermleseren VoiceOver er en integrert del av operativsystemet veide også tungt. Jeg nevner også Android og Windows Mobile kort, ettersom det finnes applikasjoner fra Trafikanten for begge plattformene, i tillegg til at det i begge tilfeller finnes skjermlesere.

2.5.3.1 Symbian

I rene salgstall er Symbian fremdeles den klare markedslederen på verdensbasis (Gartner 2010), men markedsandelen har sunket ti prosentpoeng det siste året. Operativsystemet

finnes blant annet på telefoner fra LG, Nokia, Samsung og Sony Ericsson. Tilgjengelighet på Symbian skiller seg ut fra iPhone og Android ved at denne i hovedsak tilbys av tredjepartsutviklere i form av assisterende teknologi (AT). Dette kan være problematisk, ettersom slik AT ofte må oppdateres når det kommer en ny telefon, eller en ny utgave av operativsystemet og applikasjoner (Schulz og Fuglerud 2010). Symbian-plattformen er likevel også mye brukt av synshemmede. Noe av grunnen til dette er trolig at AT for synshemmede, som skjermlesere, tidlig ble tilgjengelig for Symbian-telefoner, og at det etter hvert finnes et rikt utvalg av denne typen AT til plattformen. Betydningen av fysiske taster skal heller ikke undervurderes, noe de fleste Symbian-telefoner har.

Her i landet er det mulig for synshemmede å søke om støtte fra Hjelpemiddelsentralen til innkjøp av skjermleseren Code Factory Mobile Speak (Code Factory u.d.), samt Code Factory Mobile Magnifier (Code Factory u.d.), hvor sistnevnte øker størrelsen på skjermelementene. Tidligere kunne man også søke om støtte til skjermleseren Nuance TALKS (Nuance u.d.), men i dag er dette kun mulig for synshemmede som er vant til å bruke denne skjermleseren fra tidligere. Trafikanten har ingen egen applikasjon for Symbian-telefoner, men disse telefonene støtter den mer generelle Java-applikasjonen. Dette er dessverre til liten hjelp for de synshemmede, ettersom skjermleserne ikke har tilgang til applikasjonen, og dermed ikke kan formidle dennes informasjon til brukeren.

2.5.3.2 iPhone OS

I motsetning til Symbian, hvor skjermlesere er kostbart tilleggsutstyr, inkluderer Apple sin løsning, VoiceOver, fra og med iPhone 3GS. På grunn av telefonens fysiske utforming, med berøringsskjermer i stedet for knapper, er VoiceOver nødt til å skille seg ut fra de mer tradisjonelle skjermleserne, slik som Mobile Speak og TALKS. Hovedprinsippet er for så vidt det samme, ved at markerte elementer og tekst leses opp, men måten brukeren gir input til skjermleseren har forandret seg. Dette gjøres ved såkalte gester, 21 i tallet, som for det meste består av å bruke én eller flere fingre til å dra, "flicke" (dra fort) eller tappe på skjermen (Apple Inc. 2009). Det er likevel ikke slik at man må memorere alle gestene for å kunne bruke skjermleseren på en meningsfull måte, som regel bruker man bare noen av dem (Schulz 2010). For tredjepartsutviklere tilbyr Apple et grensesnitt for å gjøre applikasjonene tilgjengelige gjennom VoiceOver, og dokumenterer hva som må gjøres med de forskjellige elementene i grensesnittet (Schulz og Fuglerud 2010). Dette har Trafikanten

2. Teori

allerede gjort med sin applikasjon til iPhone, en utviklingsprosess de beskriver som svært rask og ukomplisert.



Figur 5: Skjermbilder fra Trafikantens iPhone-applikasjon (Trafikanten AS 2010).

Lignende gestbaserte systemer har også tidligere blitt testet ut for å gjøre berøringsskjermer tilgjengelige for synshemmede, men resultatene av disse indikerer at brukernes nøyaktighet reduseres i forhold til grensesnitt med fysiske tastar (McGookin, Brewster og Jiang 2008) (Kane, Bigham og Wobbrock 2008). For tidsbruk er resultatene mindre klare.

iPhone bruker et fullt qwerty-tastatur, også når VoiceOver er aktivert, hvilket betyr at hver enkelt bokstav må gis fokus før den kan skrives inn. Sammenlignet med et alternativt system for tekstinput på berøringsskjermer, *No-Look Notes*, fant Bonner et al. at VoiceOver på dette området var svært mye tregere, og med signifikant høyere feilrate (Bonner, et al. 2010). Samtidig var brukerne av VoiceOver i stor grad avhengige av på forhånd å ha en nøyaktig mental modell av layouten på qwerty-tastatur. Bonner et al. foreslår tre designprinsipper for tekstinputsystemer for synshemmede med berøringsskjermer:

Robust inputteknikk

Systemene må både være eksepsjonelt enkle og eksepsjonelt tolerante overfor feil. Uten visuell bekreftelse er det vanskelig for brukere å utføre presise gester, og normalt enkle

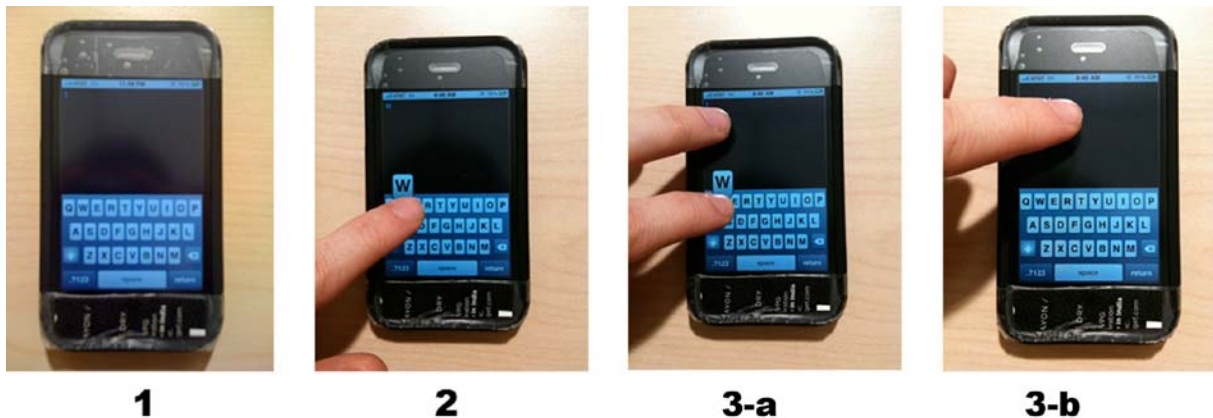
oppgaver øker kraftig i kompleksitet når de blir utført av synshemmede. Spesielt er små nyanseforskjeller mellom ulike gester vanskelig å mestre.

Kjent layout

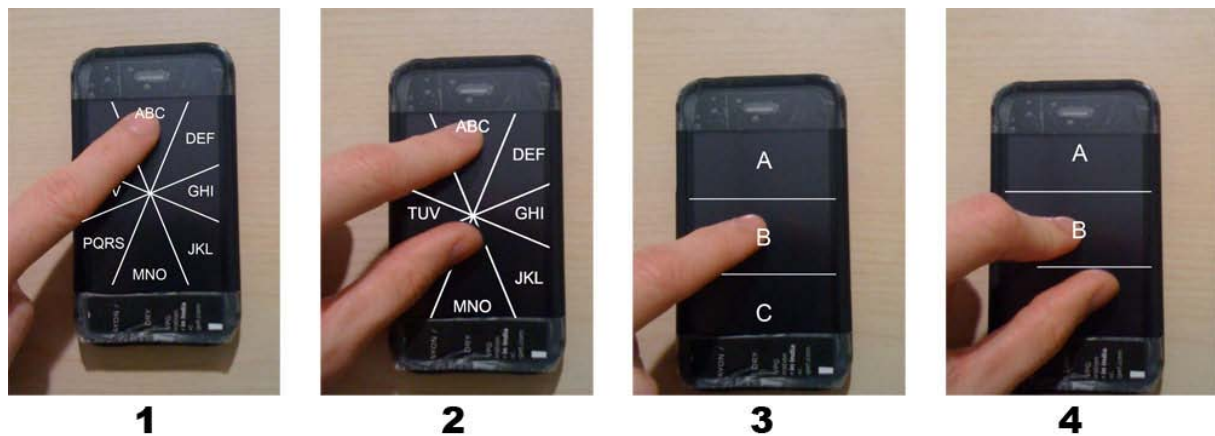
Layouten må være enkel å konseptualisere og være relatert til kjente grensesnitt eller grupperinger. Berøringsskjermer og gester som benytter multi-touch er fremmed for de fleste synshemmede brukere, og grensesnittet må derfor ha en gjenkjennelig layout for å redusere den kognitive belastningen for brukerne. Eksempelvis vil det være mer gunstig å liste opp bokstaver alfabetisk enn å basere layout på teoretiske bruksfrekvenser.

Smertefri utforskning

De synshemmede brukerne må kunne utforske systemets layout smertefritt, og ikke bare bruke tid på å rette opp i feilene de gjør. Gjentatt utføring og angring av handlinger er ikke akseptabelt, og det må derfor tilbys en bedre utforskningsteknikk enn dette. Kjent layout og robust inputteknikk kan bidra til smertefri utforskning, men det er ingen automatikk i denne sammenhengen.



Figur 6: Inntasting av et tegn ved hjelp av VoiceOver: 1 Standard qwerty-tastatur. 2 Hvil fingeren på det ønskede tegnet. 3-a Tapp hvor som helst på skjermen med en annen finger, eller 3-b løft opp den første fingeren og dobbeltapp hvor som helst på skjermen (Bonner, et al. 2010).



Figur 7: Inntasting av et tegn ved hjelp av No-Look Notes: Hvil fingeren på den ønskede bokstavgruppen. 2 Tapp hvor som helst på skjermen med en annen finger. 3 Hvil fingeren på det ønskede tegnet. 4 Tapp hvor som helst på skjermen med en annen finger. Det visuelle grensesnittet er lagt på i etterkant, og er kun ment som en illustrasjon (Bonner, et al. 2010).

2.5.3.3 Microsoft Windows Mobile

De samme firmaene som lager skjermlesere for Symbian-telefoner har også egne versjoner for Windows Mobile (Schulz og Fuglerud 2010), men basert på tall fra hjelpemiddelsentralen er disse svært lite brukt i Norge. Trafikanten har en egen applikasjon for Windows Mobile, men jeg var ikke i stand til å få den til å fungere sammen med skjermleseren Mobile Speak. Dette kan riktig nok ha vært et hardwareproblem, og for ordens skyld har det også kommet en helt ny utgave av Trafikantens applikasjon siden den gang. På grunn av manglende utstyr har jeg dessverre ikke hatt anledning til å undersøke denne nye versjonen.

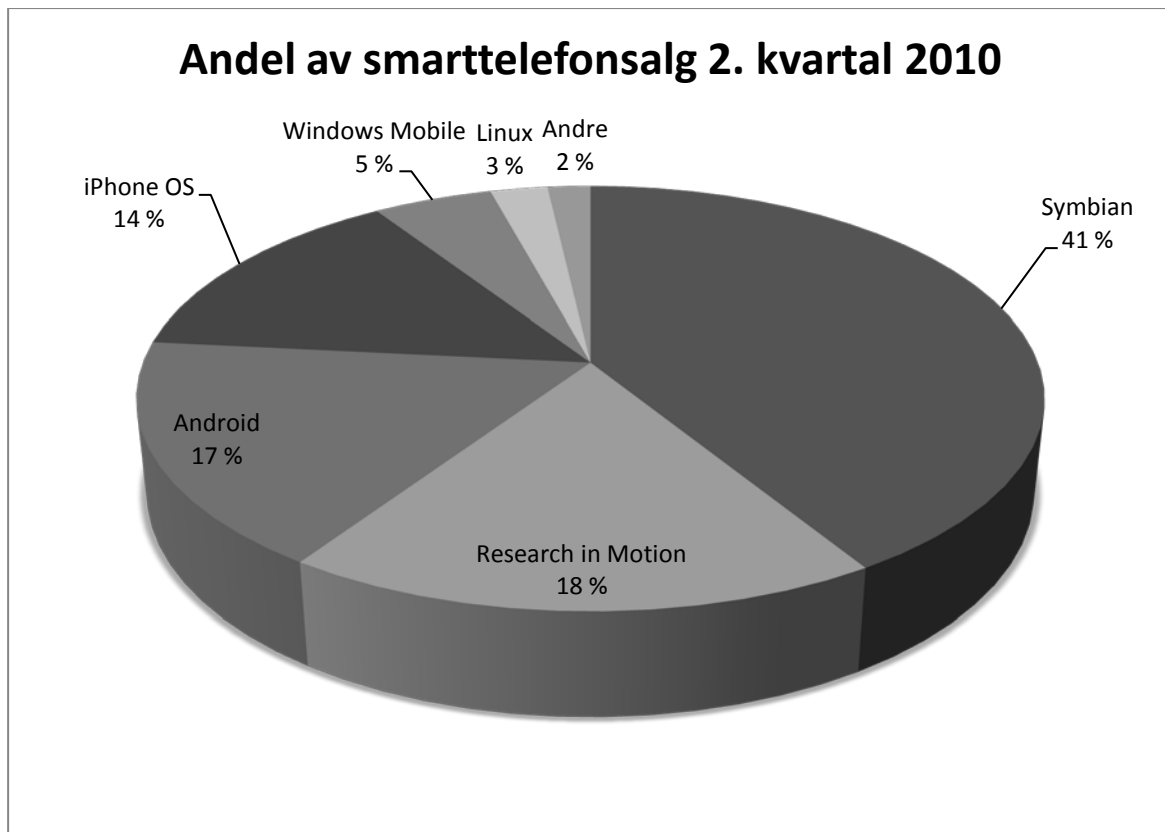
2.5.3.4 Android

Et API for tilgjengelighet ble lagt til i versjon 1.6 av Android, samtidig som skjermleseren TalkBack ble utgitt (Chen, Ganov og Raman 2009). Ettersom skjermleseren baserer seg på åpen kildekode vil det også være mulig for andre å lage sine egne versjoner (Schulz og Fuglerud 2010), også for andre språk. Det virker foreløpig ikke å eksistere en norsk utgave av Talkback, og uttalen når norsk tekst skal leses opp er derfor ikke spesielt optimal. Chen, Ganov og Raman (Chen, Ganov og Raman 2009) gir tre tips for å gjøre applikasjoner tilgjengelige for skjermleseren:

1. Forsikre deg om at alle tegnede grensesnittkontroller har meningsfulle tekstmerkelapper.

2. Forsikre deg om at brukere kan navigere til alle kontrollene i applikasjonen ved hjelp av trackball.
3. Forsikre deg om at du ved å navigere mellom kontroller i applikasjonen din ved hjelp av trackball vil traversere kontrollene i en meningsfull rekkefølge.

Det virker i utgangspunktet ikke som det første tipset har blitt fulgt i utviklingen av Trafikantens applikasjon for Android, da det er flere elementer som ikke leses opp av TalkBack, noe som igjen vil kunne gjøre brukeropplevelsen for synshemmede svært forvirrende. Android-applikasjonen er den eneste av Trafikantens applikasjoner som tilbyr egen reisepanlegger, mens sanntidsinformasjon er tilgjengelig i alle applikasjonene. I neste underkapittel er det tilgjengelighet i kollektivtrafikken som er tema.



Figur 8: Fordelingen av smarttelefonsalg per plattform for 2. kvartal 2010 (Gartner 2010).

2.6 Tilgjengelig kollektivtrafikk

Nasjonal transportplan 2010 – 2019 (St.meld. nr. 16 2008-2009) inneholder et eget kapittel om universell utforming. Regjeringen definerer hovedmålet på dette området til å være at *transportsystemet skal være universelt utformet*. Dette målet begrunnes med at alle har samme rett til deltakelse i samfunnet, og at deltagelse i arbeidsliv og sosiale aktiviteter er avhengig av mobilitet. Regjeringen understreker videre at tilgjengelighetsspørsmålet handler om prinsippet om antidiskriminering, og om at transportsystemet skal bli enklere og tryggere å bruke for alle. Dette, mener de, vil i løpet av livet være nyttig for alle, som barn på skolebussen, som foreldre med barnevogn på trikken, eller som gammel med rullator på ferja.

Videre definerer regjeringen et etappemål for universell utforming, at *kollektivtransportsystemet skal bli mer universelt utformet i perioden*. En forutsetning for et tilgjengelig transportsystem, påpeker regjeringen, er tilgjengelighet i alle ledd av reisekjeden. Denne reisekjeden omfatter informasjon om transportalternativer, reisen til/fra, og eventuelle opphold på stasjoner og holdeplasser. I tillegg kommer tilgjengelighet til selve transportmidlet. Denne reisekjeden er særlig omfattende for kollektivtransport, med mange ledd, mange aktører og spredte ansvarsforhold. Ved brudd i reisekjeden, det vil si at ett eller flere elementer i reisekjeden ikke er tilgjengelig, blir konsekvensen at flere mennesker er forhindret fra å benytte seg av kollektivtransporttilbudet, og hele reisen kan framstå som utilgjengelig (St.meld. nr. 16 2008-2009).

For å bedre situasjonen vil regjeringen gjøre universell utforming til en integrert del av alle planer for oppgradering og bygging av infrastruktur i Statens vegvesens, Avinors og Jernbaneverkets regi. Rutiner skal utvikles for inspeksjon av universell utforming, og funksjonshemmedes organisasjoner er høringsinstans i utbyggingsprosjekter med publikumsareal. De samme kravene vil gjelde for kommuner, fylkeskommuner og private tilbydere. Videre skal det gis sterkere fokus til informasjon under selve reisen, på stasjoner, holdeplasser og i knutepunkter. Det påpekes at lett tilgjengelig, korrekt og utvetydig informasjon om trafikkavviklingen er viktig, særlig i avvikssituasjoner. Slik informasjon skal gis på en slik måte at den kan oppfattes uansett type funksjonshemming (St.meld. nr. 16 2008-2009). I løpet av planperioden skal det utarbeides en nasjonal reiseplanlegger, som gir kunnskap om tilgjengelighetsforholdene i alle ledd i reisekjeden.

Nettopp denne mangelen på informasjon er et stort problem for reisende med synshemming. Norges Blindeforbund har gitt ut heftet *Synshemmedes transportvirkelighet* (Fuglerud, et al. 2003), som gir et innblikk i utfordringene synshemmede møter i forbindelse med mobilitet. Her gis det flere eksempler på barrierer synshemmede må overkomme for å kunne bruke kollektivtransport: Å finne veien til holdeplassen, stoppe riktig buss, finne et ledig sete, gi stoppsignal før ønsket stoppested og komme seg fra holdeplassen til bestemmelsesstedet. For mange synshemmede er det derfor svært vanskelig å benytte seg av kollektivtransport, og for disse blir dermed TT-ordningen, en dør-til-dørtransport for funksjonshemmede med begrenset antall turer, det eneste tilbudet om offentlig transport.

Forfatterne av heftet påpeker videre at de fleste blinde og svaksynte ønsker å bruke kollektivtransport når det lar seg gjøre, men at dette forutsetter at holdeplasser og transportmidler er godt tilrettelagte. Her kommer de med en rekke eksempler på gode løsninger: Ruteinformasjonen må være lett tilgjengelig (stor skrift, på lyd og punktskrift), holdeplassene må være enkle å komme til, det må være lett å finne frem på holdeplassen, god merking også for synshemmede, informasjonsmonitorer må stå i ansiktshøyde, ha stor tekst og helst tale, informasjon/nummer på transportmidlene må stå med stor skrift og med gode kontrastfarger, det må være enkelt å finne riktig transportmiddel/stoppe riktig buss, informasjon bør gis gjennom utvendig høyttaler, inne i transportmidlet må det brukes kontrastfarger og alle holdeplasser må annonseres. I tillegg kan moderne teknologi tas i bruk for å gi informasjon til synshemmede passasjerer, f. eks. GPS-systemer.

Heftet gjengir også Blindeforbundets krav til utforming av kollektivtransport, i form av en punktliste. Denne er som følger:

- En universell utforming uten dispensasjonsmulighet ved anbud og tilståelse av konsesjon,
- universell tilrettelegging av kollektive transportmidler, slik at det blir enklere og tryggere for blinde og svaksynte å nytte kollektiv transport,
- annonserte holdeplasser,
- gjennomført bruk av gode kontraster på transportmidler,
- skilting med stor og klar tekst,
- talende ruteopplysning ved terminaler/knutepunkter,

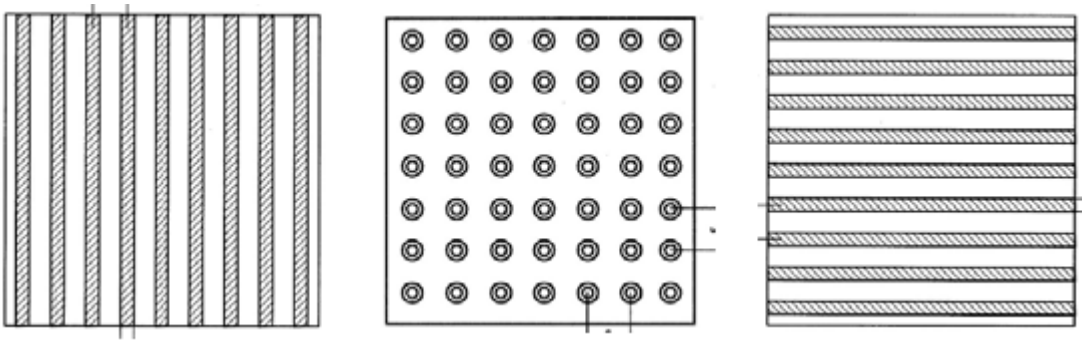
- enklere tilgjengelighet ved kjøp av billetter.

Disse tilpasningene vil gjøre det mulig for langt flere synshemmede å kunne bruke kollektivtilbudet. Den begrensede TT-ordningen fratar mange synshemmede muligheten til å leve et aktivt liv, og bidrar til at de blir sittende isolert hjemme (Fuglerud, et al. 2003). En mer tilgjengelig kollektivtransport vil kunne forbedre denne situasjonen.

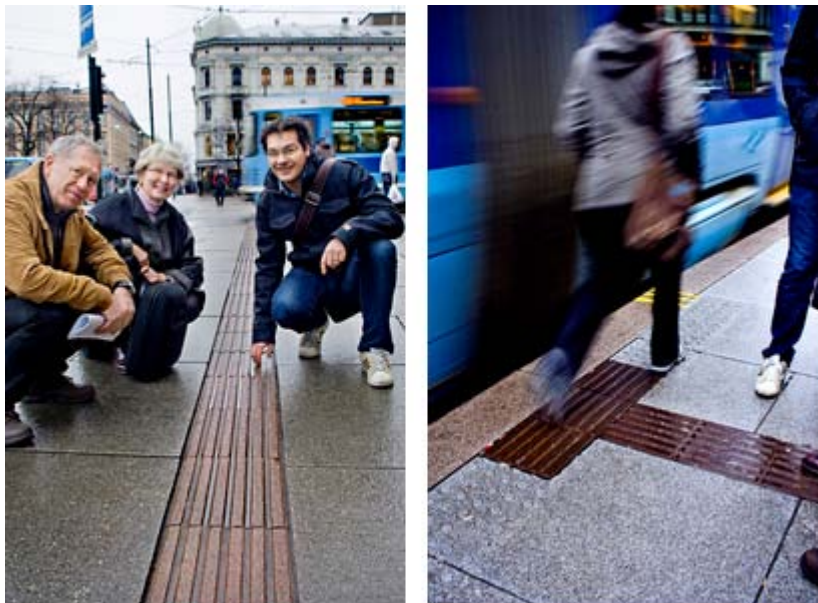
Et viktig virkemiddel for å gjøre det enklere for synshemmede å finne frem til stoppesteder og påstigningspunkter, er de såkalte *ledelinjene*. Dette er mønstrede heller, gjerne av betong eller stein, som legges ned i underlaget, og kan formidle informasjon taktilt til synshemmede. Dette taktile språket består, i følge Samferdselsetaten i Oslo, av tre hovedtyper: Ledelinjer (angir retning), oppmerksomhetsfelt (opplyser om for eksempel påstigningspunkt) og varselfelt (angir fare) (Samferdselsetaten 2008). I kombinasjon med hverandre kan slike heller beskrive forholdsvis kompliserte miljøer, forutsatt at bruken er standardisert, og at den synshemmede har trening med slike taktile felter.

Samferdselsetaten påpeker videre at synshemmede som regel vil gå langs husvegger eller innerkant av fortau for å finne frem til stoppesteder, og at baksiden av holdeplassen derfor må være lett å følge og uten hindringer, i tillegg til at det bør finnes en bakvegg. Slike *naturlige ledelinjer*, altså husvegger eller fortauskanter, er godt egnet til å finne frem til selve stoppet, men de bør ikke brukes til å markere fremkomstmidlenes stoppunkt, ettersom de ofte er vanskelige å skille fra andre naturlige ledelinjer. En av utfordringene med å utstyre stoppesteder med ledelinjer, er stoppestedenes store variasjon i utforming.

Samferdselsetaten har derfor utarbeidet forslag den anbefaler til en rekke forskjellige utforminger av stoppested. Denne oppgraderingen av stoppestedene har blitt definert som et satsningsområde for Samferdselsetaten, og det er derfor rimelig å anta at vi vil se flere slike ledelinjer i tiden fremover.



Figur 9: Eksempler på taktile heller. Fra venstre: Ledelinje, varsselfelt og oppmerksomhetsfelt (Samferdselsetaten 2008).

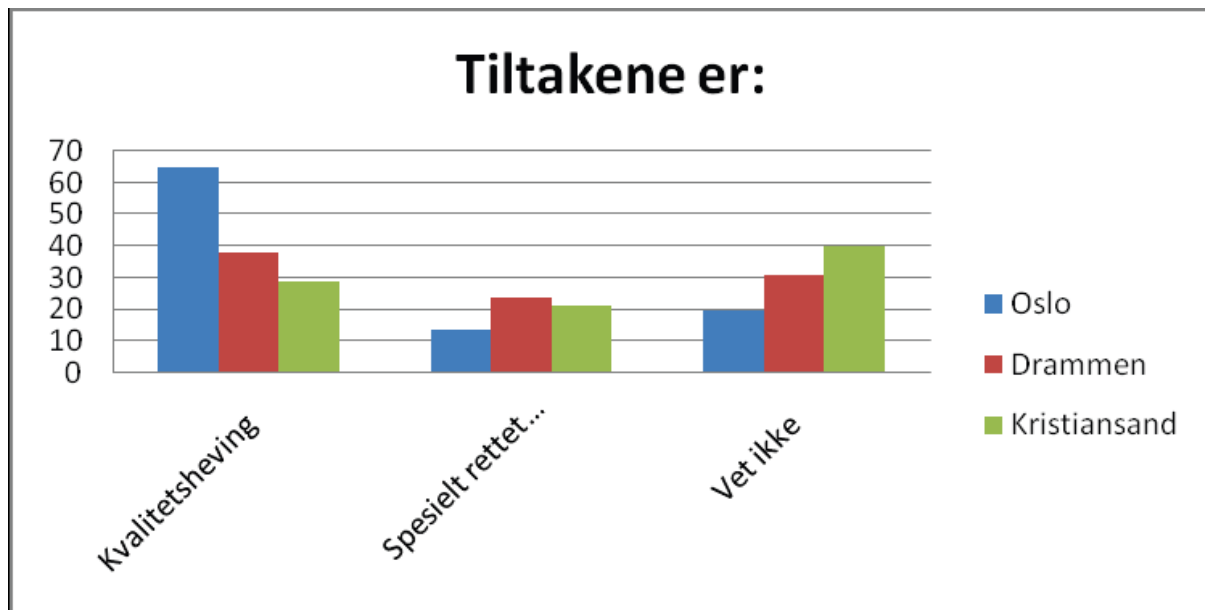


Figur 10: Ledelinjer i Oslo sentrum. Til venstre: Ledelinje. Til høyre: Markering av stoppunkt ved hjelp av ledelinje og oppmerksomhetsfelt. I tillegg er plattformkanten markert med varsselfelt (Oslo kommune - Samferdselsetaten 2008).

Som jeg har vært inne på vil tilgjengeliggjøring av kollektivtransporten også kunne være til nytte for reisende uten nedsatt funksjonsevne. Fearnley et al. (Fearnley, et al. 2009) har undersøkt hvordan de reisende opplever universelle utformingstiltak på utvalgte linjer i Drammen, Kristiansand og Oslo. Tiltak på holdeplassen inkluderer bedret adkomst, ledelinjer, lehus, sitteplass, heving i forhold til vei, god belysning og sanntidsinformasjon på tavle, mens tiltak på buss/trikk inkluderer tydelig skilting, plass til barnevogn og sykkel, senket gulv, holdeplassoppbrytning og annonsering på skjerm. Holdeplassene i Oslo er de eneste

2. Teori

som har sanntidsinformasjon, og bussene i Kristiansand mangler holdeplassanrop og annonsering på skjerm. Det viser seg at flertallet av de reisende, spesielt i Oslo, oppfatter disse tiltakene som en kvalitetsheving, snarere enn noe som er spesielt rettet mot mennesker med nedsatt funksjonsevne. Fearnley et al. påpeker at det i Kristiansand ble innført et sanntidssystem allerede i 2003, men at dette ble fjernet i 2008 på grunn av tekniske problemer, og spekulerer i at dette kan forklare den lavere andelen av reisende som opplever tiltakene som kvalitetsheving.



Figur 11: Hvorvidt universelle utformingstiltak blir oppfattet som generell kvalitetsheving eller som spesielt rettede tiltak (Fearnley, et al. 2009).

I samme undersøkelse oppgir henholdsvis 50 og 51 % av de reisende i Oslo og Drammen at tiltakene fører til at de reiser mer kollektivt enn de ellers ville gjort, mens tilsvarende tall for Kristiansand er 36 %. Det er likevel slik at et klart flertall av respondentene er mer opptatt av lav pris, høy punktlighet og høy frekvens, framfor tilgjengelighetstiltak. Rent samfunnsøkonomisk peker studier i retning av at tiltak for universell utforming kan gi bedre samfunnsøkonomisk lønnsomhet enn tradisjonelle virkemidler som frekvens og pris.

3. Metode

I dette kapittelet presenterer jeg metodene jeg har valgt for datainnsamling i denne oppgaven, og deres teoretiske bakgrunn. Hvert underkapittel i dette kapittelet hører sammen med tilsvarende underkapittel i kapittel 5, Funn. Først ut er heuristisk evaluering av Trafikantens mobilsider.

3.1 Heuristisk evaluering av Trafikantens mobilsider

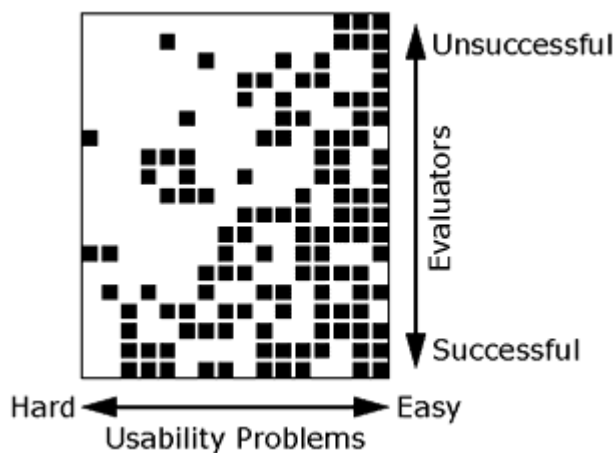
Heuristisk evaluering er en uformell metode innen brukbarhetsanalyse, hvor et antall evaluatorene blir presentert for et grensesnitt og bedt om å gi kommentarer på det (Nielsen og Molich 1990). Nielsen og Molich fastslår videre at slike evalueringer bør utføres i henhold til visse regler, men at samtidens brukbarhetsprinsipper er så omfattende at de virker avskrekkende på utviklere, og at det vanligste derfor er å utføre heuristisk evaluering basert på intuisjon og sunn fornuft. For å redusere evalueringsprosessens kompleksitet utviklet de derfor ni prinsipper (Molich og Nielsen 1990), såkalte heuristikker, som dekker en svært stor andel av problemene knyttet til utforming av brukergrensesnitt. Jakob Nielsen videreutviklet heuristikkene, og endte til slutt opp med ti heuristikker for brukbarhet (Nielsen 1994).

Den heuristiske evalueringsprosessen kan deles opp i tre deler (Sharp, Rogers og Preece 2007). Først kommer orienteringen, hvor ekspertene blir forklart hva de skal gjøre. Her kan man med fordel bruke manuskript, slik at alle ekspertene mottar den samme orienteringen. Neste del består av selve evalueringen, hvor hver ekspert typisk bruker en til to timer på å inspisere produktet, med heuristikkene som veiledning. Evalueringen bør bestå av minst to gjennomganger, slik at ekspertene kan opparbeide seg en oversikt over systemet som helhet før de fokuserer på de enkelte elementene i grensesnittet. Det er helt kritisk at ekspertene gjennomfører denne evalueringen uavhengig av hverandre, slik at de ikke påvirker hverandres funn. Til slutt kommer debriefingen, hvor ekspertenes funn blir samlet inn og aggregert, gjerne av en egen koordinator.

Det vil være problematisk å gjennomføre en heuristisk evaluering med kun en ekspert, ettersom en enkelt person aldri vil være i stand til å finne alle brukbarhetsproblemene i et grensesnitt (Nielsen u.d.). Heldigvis, fortsetter Nielsen, viser det seg at forskjellige personer

3. Metode

finner forskjellige brukbarhetsproblemer, hvilket gjør det mulig å øke metodens effektivitet kraftig ved å benytte flere evaluatorene. Han gir videre en demonstrasjon av dette fenomenet i form av et eksempel hvor 19 evaluatorene ble brukt til å finne 16 brukbarhetsproblemer. Dette eksempelet viser at evaluatorenes funn i relativt stor grad ikke overlapper, og at evaluatorene som ikke finner mange problemer også kan være i stand til å identifisere de problemene som er vanskeligst å finne. Samtidig, argumenterer Nielsen, er det ikke nødvendigvis slik at de samme evaluatorene gjør det best hver gang, og det er derfor nødvendig å involvere men enn en evaluator i enhver heuristisk evaluering.



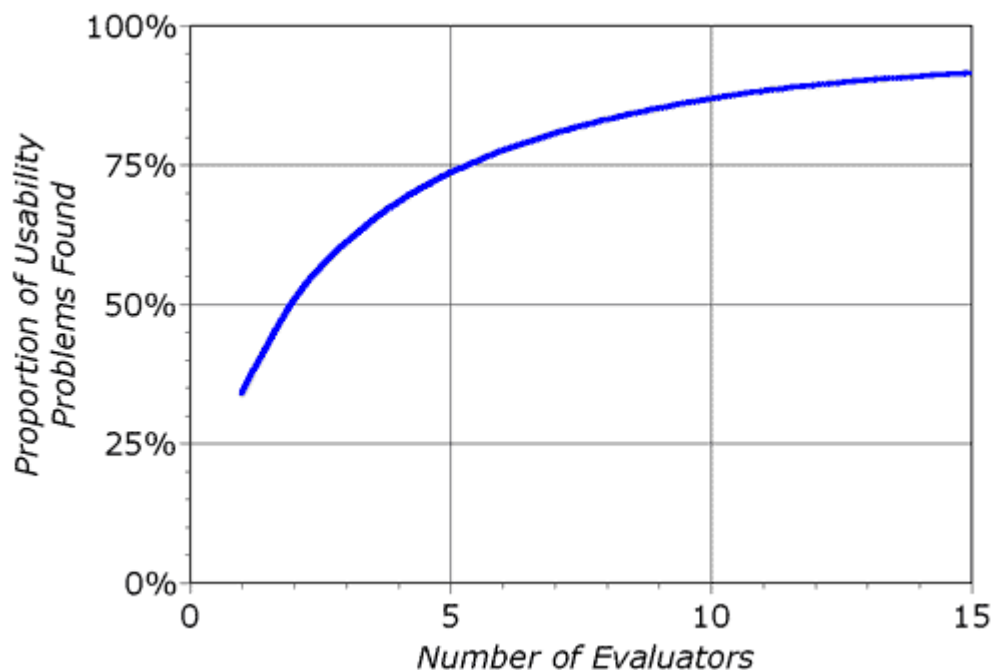
Figur 12: Oversikt over hvilke evaluatorene som var i stand til å oppdage hvilke brukbarhetsproblemer (markert med sort). De vanskeligste brukbarhetsproblemene er til venstre, mens de beste evaluatorene er nederst (Nielsen u.d.).

Ettersom det nødvendigvis vil være et visst overlapp mellom funnene til de forskjellige evaluatorene, vil effekten av å legge til flere evaluatorene gradvis reduseres, og etter hvert flate helt ut. Denne effekten modellerte Nielsen og Landauer med følgende formel (Nielsen og Landauer 1993):

$$\text{Found}(i) = N(1 - (1 - \lambda)^i)$$

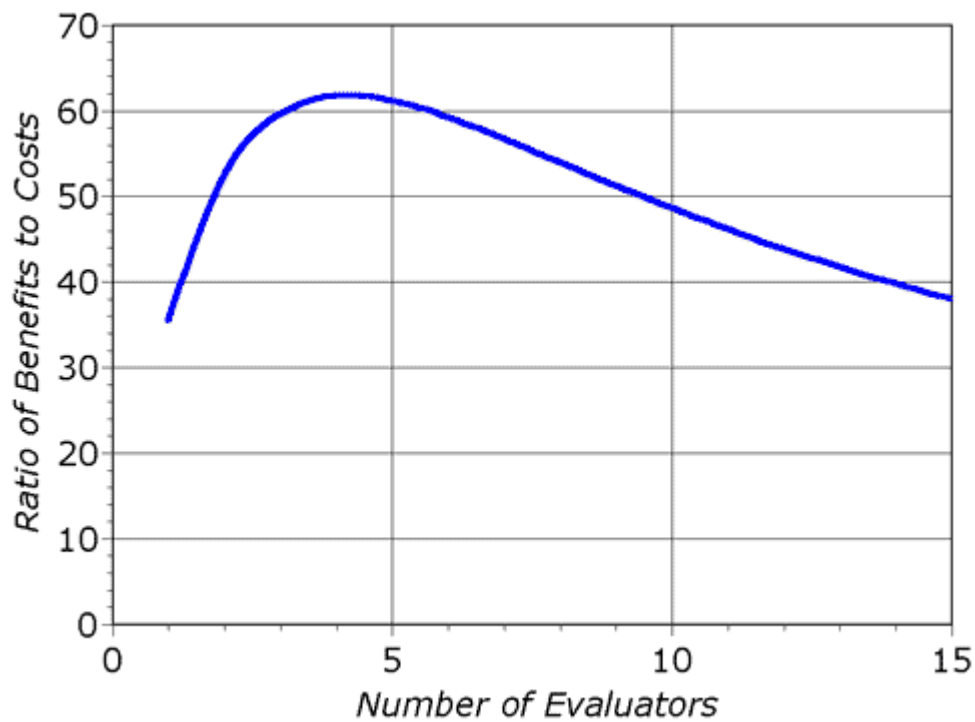
Denne formelen gir det forventede antallet problemer som blir identifisert av evalueringen, hvor N er antallet problemer totalt, λ er gjennomsnittlig sannsynlighet for at en gjennomsnittlig evaluator er i stand til å identifisere et problem, og i er antallet evaluatorene som brukes. For et grensesnitt hvor feilene er enkle å finne, altså med høy λ , vil antallet identifiserte problemer flate ut med færre evaluatorene enn dersom feilene hadde vært vanskelige å finne. Dette har igjen innvirkning på hvor mange evaluatorene man bør benytte

seg av i et gitt prosjekt. Selv om dette vil variere fra prosjekt til prosjekt, anbefaler Jakob Nielsen på generelt grunnlag å bruke 3 – 5 evaluatører.



Figur 13: Andel av brukbarhetsproblemer som blir funnet med et gitt antall evaluatører, forutsatt at λ er 0,33 (Nielsen u.d.).

For å kunne gi et mer korrekt svar på hva som er det ideelle antallet evaluatører er man nødt til å gjennomføre en kost/nytte-analyse. Ved å sette tall på faste og variable kostnader, samt hvor mye det er verdt å identifisere et brukbarhetsproblem, kan man finne ut hvor mange evaluatører som gir den største prosentvise lønnsomheten, og dermed gir mest igjen for pengene.



Figur 14: En kost-/nytteanalyse over hvor mange evaluatore det lønner seg å bruke (Nielsen u.d.).

Ettersom tilgjengelighet er et sentralt tema for denne oppgaven, har jeg valgt å bruke de 12 retningslinjene i WCAG 2.0, beskrevet i underkapittel 2.4, som heuristikker i en evaluering av Trafikantens nettsider for mobil. Disse retningslinjene er svært konkrete i forhold til hva som skal regnes som problemer, og det er derfor grunn til å anta at denne evalueringen vil ha en høy λ -verdi, slik at hver enkelt evaluator vil være i stand til å identifisere en relativt høy andel av problemene. Evaluatorene er fire masterstudenter i informatikk, hvor to har bakgrunn fra menneske-maskin interaksjon og tidligere erfaring med heuristisk evaluering og WCAG 2.0.

3.2 Brukbarhetstesting av Trafikantens tjenester med skjermleser

I motsetning til heuristisk evaluering, hvor et produkt evalueres av en gruppe eksperter, vil en brukbarhetstest utføres ved hjelp av antatt vanlige brukere. Her er det viktig å påpeke at det i en brukbarhetstest er produktet som testes, og ikke brukeren. En slik test utføres i et kontrollert miljø, og målet er å finne ut hvorvidt produktet som er under utvikling er brukbart for den antatte brukerpopulasjonen til å utføre de oppgavene det har blitt utformet for (Sharp, Rogers og Preece 2007).

Datainnsamlingen for en brukbarhetstest gjøres ved å kombinere forskjellige metoder. I sentrum står selve brukertesten, hvor brukernes prestasjoner, som tidsforbruk og antall feil, måles for spesifikke oppgaver. Etter testen er det vanlig å benytte et spørreskjema for brukertilfredshet, hvor målet er å finne ut hva brukerne faktisk mener om produktet etter å ha prøvd det. Intervjuer, som regel strukturerte eller semistrukturerte, kan også utføres av brukerne. Til slutt analyseres resultatene for å avgjøre hvorvidt produktet er effektivt eller ikke (Sharp, Rogers og Preece 2007).

Gjennomføringen av en brukbarhetstest kan deles opp i ni steg (Wixon og Wilson 1997):

1. Definer en oppgave.
2. Velg testmetode og definer prosedyren.
3. Klargjør testmateriale og nødvendig utstyr.
4. Gjennomfør en pilotundersøkelse.
5. Rekrutter testdeltagerne.
6. Forklar testens mål for brukerne før hver test, og beskriv for dem hvilke rettigheter de har.
7. Gjennomfør testen.
8. Takk deltagerne, og gi dem en debriefing.
9. Gjennomfør innledende analyse.

Wixon og Wilson gir videre en rekke eksempler på hva slags typer data man kan få ut av en brukbarhetstest:

- Tiden det tar å utføre en oppgave.
- Tiden det tar å utføre en oppgave etter å ha vært borte fra systemet en gitt tidsperiode.
- Antall fullførte underoppgaver.
- Antall feil per tidsenhet.
- Tidsforbruk på feil sammenlignet med produktivt arbeid.
- Antall steg brukt på å fullføre en oppgave.
- Antall negative reaksjoner til systemet.
- Antall ganger brukeren trenger hjelp, enten i form av bruksanvisning eller support.
- Antall kommandoer og ikoner brukeren husker etter første oppgavegjennomgang.

Jeg har, som en del av denne oppgaven, utført en brukbarhetstest av trafikantens mobile nettsider, samt iPhone-applikasjonen, på mobiltelefoner med skjermleser. I planleggingen og gjennomføringen av denne testen har jeg fulgt stegene foreslått av Wixon og Wilson.

3.2.1 Definer en oppgave.

Totalt fem oppgaver ble definert for brukerne, hvorav de fire første gjaldt de mobile nettsidene, mens den siste gjaldt applikasjonen for iPhone. De fire første skulle gjennomføres totalt seks ganger av hver testperson, tre ganger med Nokia N82, tre ganger med iPhone 3GS. Den første og tredje gjennomgangen med hver telefon skulle bli utført uten at brukeren hadde mulighet til å se skjermen, men i stedet være avhengig av skjermleser, henholdsvis Nuance TALKS og VoiceOver. Dette for å gi deltagerne tid til å bli vant til skjermleserne. Den andre gjennomgangen for hver telefon skulle utføres med skjermen tilgjengelig, uten skjermleser. Tilsvarende ble oppgaven med applikasjonen også gjennomgått tre ganger, men av naturlige årsaker kunne denne bare gjennomføres på iPhone. De definerte oppgavene var:

- Finn ut om det finnes noen avvik i kollektivtrafikken.
- Finn neste avgang (i sanntid) for Linje 5 Vestli fra Blindern T-bane.
- Finn første avgang for linje 5 Vestli fra Blindern T-bane med avgang etter klokken 20:00, og når denne er fremme på Jernbanetorget T-bane.
- Planlegg en reise fra Blindern T-bane til Kampen etter klokken 08:00 i morgen tidlig.

- Ved hjelp av iPhone-applikasjonen, finn ut når første avgang fra <nærmeste stoppested> går.

Ettersom ikke alle testene ble utført på samme sted, ble det brukt forskjellige stoppesteder i den siste oppgaven. Grunnen til dette er at applikasjonen bruker posisjonering til å avgjøre hvilke stoppesteder som er i nærheten.

3.2.2 Velg testmetode og definer prosedyren.

Når man velger testmetode er det flere ting å ta hensyn til. Dette gjelder først og fremst hva målet med testen er, men også ting som bruk av tid og ressurser, samt tilgang til nødvendig utstyr, må vurderes. Målet med testen var å undersøke i hvilken grad Trafikantens mobile tjenester er tilgjengelige for brukere av skjermlesere. Nokia N82 ble i første rekke valgt fordi det er en Symbian-telefon med fysiske taster. Dette er trolig, som nevnt tidligere, den mest populære mobile plattformen for norske brukere av skjermlesere. iPhone ble valgt som følge av den enorme populariteten til Trafikantens applikasjon, og at skjermleseren VoiceOver er en integrert del av operativsystemet iOS. Som følge av pilotundersøkelsen valgte jeg å gjøre flere tilpasninger i testmetode og prosedyre, mer om dette i 3.2.4.

Flere av dataeksemplene fra Wixon og Wilson var aktuelle for meg. Til slutt valgte jeg å registrere tiden det tok å gjennomføre oppgavene, samt antall ganger deltagerne trengte hjelp per oppgave. Jeg dannet meg også et bilde av antall feil per tidsenhet, tidsforbruk på feil sammenlignet med produktivt arbeid, samt antall negative reaksjoner til systemet, men registrerte ikke dette i detalj. For å øke kvaliteten på datainnsamlingen valgte jeg å bruke båndopptaker under testene, for å få muligheten til å høre gjennom dem på nytt, og notere ned viktige detaljer og nyanser jeg i tilfelle har gått glipp av under selve testen.

3.2.3 Klargjør testmateriale og nødvendig utstyr.

Mengden nødvendig utstyr for å gjennomføre denne testen er relativt begrenset. Nokia N82 med gyldig lisens for Nuance TALKS, iPhone 3GS med VoiceOver aktivert, båndopptaker, stoppeklokke, samt notatblokk og penn. På forhånd er det nødvendig å forsikre seg om at mobilt Internett og, for iPhone, GPS fungerer som det skal.

3.2.4 Gjennomfør en pilotundersøkelse.

Det er en fordel om eventuelle problemer med testmetoden avsløres før selve testingen begynner, slik at man slipper å kaste bort tiden til både deltagere og seg selv. Jeg gjennomførte derfor en pilotundersøkelse med en annen deltager enn de som var med i selve brukbarhetstesten. Dette viste seg å være lurt, da det førte til en rekke endringer i prosedyrene for den endelige testen.

I utgangspunktet hadde jeg tenkt å la noen deltagere starte oppgaveløsningen med Symbian, og resten med iPhone, for å utjevne læringseffekten, og dermed unngå bias til fordel for den sist testede plattformen (Sharp, Rogers og Preece 2007). Pilotundersøkelsen indikerte at læringskurven var mye brattere for iPhone med VoiceOver, på grunn av mangelen på taster hos sistnevnte. Jeg valgte derfor å la alle deltagerne starte med Symbian-telefonen, slik at det skulle bli enklere for dem å forstå bruken av skjermlesere i en nettleser. Dette betyr at resultatene fra den første gjennomgangen med Symbian ikke er direkte sammenlignbare med den første gjennomgangen med iPhone, ettersom deltagerne allerede hadde erfaring med nettsidene og skjermleser når de skulle bruke iPhone. Det er likevel rom for å sammenligne mellom plattformene for den andre og tredje gjennomgangen, samt mellom første og tredje gjennomgang på samme plattform.

En annen detalj, som jeg for så vidt hadde mistanke om allerede før pilotundersøkelsen, var at det kunne bli i overkant vanskelig for deltagerne hvis de ikke hadde mulighet til å se telefonens taster. Synshemmede danner seg som regel et mentalt bilde av disse, men dette hadde vært for mye å kreve av seende deltagere som ikke har brukt de aktuelle telefonene tidligere. Jeg bestemte derfor å la tastene være synlige på Symbian-telefonen, mens skjermen ble dekket til av et tøyestykke. For iPhone, hvor tastaturet vises på selve skjermen, valgte jeg å skrive ut et skjermbilde av dette tastaturet på et stykke papir, for å gjøre det enklere for deltagerne å orientere seg i tastaturet, uten å behøve å memorere et helt qwerty-tastatur. Skjermen fikk de selvfølgelig likevel ikke se på.

Det ble også tydelig at testen, som til sammen inneholder 27 oppgavegjennomganger (6x4 + 3x1), potensielt kan ta veldig lang tid. Spesielt er det en risiko for at deltagerne går seg bort i systemet, og blir ute av stand til selv å rette opp i denne feilen. Med bakgrunn i pilotundersøkelsen bestemte jeg meg derfor for å gripe relativt raskt inn i slike situasjoner, så fremt deltagerne indikerte at de trengte hjelp. Dette danner også grunnlaget for den ene

indikatoren jeg registrerer, altså antall ganger deltagerne trenger hjelp til en gitt oppgave. Terskelen deltagerne har for å be om hjelp vil naturlig nok variere, men dette vil jeg trolig legge merke til, og det vil uansett gi seg utslag i den andre indikatoren, tidsforbruk.

Til sist oppdaget jeg at oppgavene stilte svært store krav til mine egne ferdigheter innen bruk av skjermlesere. Jeg skulle jo fungere som hjelp for deltagerne, hvilket betydde at jeg til enhver tid måtte ha et oppdatert mentalt bilde av systemets tilstand, samt hvor på siden fokus var, basert på det jeg hørte talesyntesen lese opp. Dette samtidig som jeg skulle notere ned tilbakemeldinger fra deltagerne. Som følge av denne oppdagelsen bestemte jeg meg for å trene ytterligere på både bruk av systemene og skjermleserne, for å være best mulig rustet til selve brukbarhetstesten.

3.2.5 Rekrutter testdeltagerne.

En typisk brukbarhetstest inkluderer mellom seks og tolv deltagere (Dumas og Redish 1999), men det er også mulig å bruke færre (Sharp, Rogers og Preece 2007). Min brukbarhetstest ble til slutt utført med fem deltagere, to kvinner og tre menn, i alderen 26 til 50 år. En av disse har selv iPhone, og en annen har mye erfaring med bruk av Symbian. Ingen av deltagerne er synshemmede, og ingen hadde tidligere erfaring med skjermlesere. For å gi et bedre sammenligningsgrunnlag, fikk jeg også den blinde superbrukeren jeg har intervjuet til å løse oppgavene til de mobile nettsidene med Nokia N82 og Nuance TALKS. Disse resultatene presenteres, sammen med resultatene fra selve brukbarhetstesten, i underkapittel 5.2.

3.2.6 Forklar testens mål for brukerne.

Brukerne ble forklart at denne testen er en del av min masteroppgave i informatikk, og at målet er å undersøke i hvilken grad synshemmede brukere kan benytte Trafikantens mobile tjenester ved hjelp av skjermlesere på sine mobiltelefoner. De ble også gitt muligheten til å motsette seg lydopptak, og deretter forsikret om at disse vil bli slettet når jeg er ferdig med oppgaven. Deltagerne ble også informert om at de sto fritt til å trekke seg fra testen når som helst, også etter selve deltagelsen. Videre ble de forklart hvordan skjermleserne fungerer, samt hvordan de skal opereres.

3.2.7 Gjennomfør testen.

Testene ble altså gjennomført som følger:

1. Introduksjon til testen og utstyret.
2. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med Symbian og Nuance TALKS.
3. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med Symbian og skjerm.
4. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med Symbian og Nuance TALKS.
5. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med iPhone og VoiceOver.
6. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med iPhone og skjerm.
7. Gjennomgang av oppgave 1 – 4 med iPhone og VoiceOver.
8. Gjennomgang av oppgave 5 med iPhone og VoiceOver.
9. Gjennomgang av oppgave 5 med iPhone og skjerm.
10. Gjennomgang av oppgave 5 med iPhone og VoiceOver.
11. Debrifing.

Tilbakemeldinger fra deltagerne var på ingen måte begrenset til debrifingen. Tvert i mot ble de oppfordret til å tenke høyt gjennom alle testene, samt å komme med tilbakemeldinger etter hvert som de kom på dem, mens jeg noterte og tok opp lyd. Hver test varte et sted mellom tre og fire timer.

3.2.8 Takk deltagerne, gi dem en debrifing.

Deltagerne ble behørig takket for sin innsats, etter det som må ha vært en relativt frustrerende læringsprosess for dem. Jeg er imponert over tålmodigheten deres, og hvor mye de klarte å lære på så kort tid. Debrifingen startet med at jeg ba deltagerne vurdere en rekke påstander, og angi om de var svært uenig, delvis uenig, delvis enig eller helt enig. Disse påstandene var:

- Det var enkelt å forstå hva talesyntesen leste opp.
- Det var enkelt å finne frem i nettsidene ved hjelp av skjermleser.
- Det var enkelt å finne frem i iPhone-applikasjonen ved hjelp av skjermleser.
- Hjelpetekstene på nettsidene var ikke gode nok.
- Stemmen til talesyntesen var irriterende.
- Jeg ville ofte brukt nettsidene hvis jeg hadde hatt Nokia N82.
- Jeg ville ofte brukt nettsidene hvis jeg hadde hatt iPhone.
- Jeg ville ofte brukt applikasjonen hvis jeg hadde hatt iPhone.

Deretter ble deltagerne bedt om å rangere de fem oppgavene, med bruk av skjermleser, etter vanskelighetsgrad, fra enklest til vanskeligst. Til slutt førte jeg en mer uformell samtale med deltagerne, hvor vi diskuterte fordeler og ulemper med systemene, og hvor jeg oppfordret dem til å komme med forslag til forbedringer.

3.2.9 Gjennomfør innledende analyse.

Brukbarhetstesting gir vanligvis tre typer data (Wixon og Wilson 1997). Disse er kvantitative data fra selve observasjonen av deltagerne, kvalitative data om brukbarhetsproblemer, og data fra det avsluttende spørreskjemaet. Disse dataene kan brukes til å gi svar på tre generelle spørsmål: Ble de kvantitative brukbarhetsmålene møtt? Hvilke brukbarhetsproblemer har dette produktet? Hvor alvorlige er disse problemene?

De kvantitative brukbarhetsmålene i dette tilfellet er altså at oppgavene kan løses innen rimelig tid, med og uten skjermleser, og at deltagerne er i stand til å løse oppgavene uten å være avhengig av hjelp. Rimelig tid vil kunne variere mellom forskjellige individer og situasjoner, og det er derfor ikke naturlig å betrakte det som en eksakt størrelse. Av spesiell interesse vil det være om det finnes forskjeller i kvantitative data mellom Symbian og iPhone, eller mellom applikasjon og nettsider.

Eventuelle brukbarhetsproblemer vil være forhold som hindrer oppfyllelse av de kvantitative brukbarhetsmålene. Disse vil kunne identifiseres gjennom signaler sendt ut av deltagerne, og uttalelsene de kommer med, både under selve testene og i debrifingen.

Det avsluttende spørreskjemaet vil kunne gi kvantitative data om deltagernes opplevelse av systemenes brukbarhet, slik at disse kan aggregeres. Utvalget er selvfølgelig i minste og snevreste laget, men det kan likevel tenkes at resultatene vil kunne gi indikasjoner.

3.3 Dybdeintervju med blind superbruker

Et intervju blir gjerne beskrevet som "en samtale med et formål". Graden av likhet med en normal samtale vil variere ut i fra den valgte intervjutypen, hvor det ustrukturerte intervjuet ligner mest, mens semistrukturerte og strukturerte intervjuer ligner mindre (Sharp, Rogers og Preece 2007). Denne graderingen av de ulike intervjutypene er basert på i hvor stor grad intervjueren styrer intervjuet gjennom forhåndsbestemte spørsmål. Hvilken type intervju man bør velge avhenger av formålet med intervjuet, spørsmålene man har, og hvor i utviklingsprosessen man befinner seg. Eksempelvis kan ustrukturerte intervjuer være best til å undersøke førsteinntrykk av et nytt produkt, mens strukturerte intervjuer kan passe bedre til å få tilbakemeldinger på et bestemt designvalg, argumenterer Sharp, Rogers og Preece.

Gjennom deltagelse på Trafikantens informasjonsmøte hos Blindeforbundet, samt testingen av de nye sanntidsskiltene med talesyntese, var jeg så heldig å komme i kontakt med en svært engasjert ung mann. Han er selv blind, og har stor interesse for, og innsikt i, informasjonsteknologi generelt, og assisterende teknologi spesielt. Han sa seg villig til å delta i et intervju, eller samtale, om temaer som kollektivtrafikk, Trafikanten og mobiltelefoner, og dette er jeg svært takknemlig for.

Dette intervjuet ble gjennomført som et ustrukturert intervju. Hovedgrunnen til at denne intervjutypen ble valgt er først og fremst at han åpenbart innehar store mengder kunnskap og erfaringer som jeg ikke har, og jeg anså det derfor som unaturlig og lite formålstjenlig å presse intervjuet gjennom et sett med forhåndsbestemte spørsmål. Denne intervjutypen gir altså en mer naturlig samtale rundt temaet, og kan ofte virkelig gå i dybden av det aktuelle temaet. Spørsmålene er åpne, så det finnes ingen bestemt forventning om hvilket format svarene har, eller hva de inneholder (Sharp, Rogers og Preece 2007). Sharp, Rogers og Preece gir, som et eksempel, spørsmålet "Hva er fordelene ved å bruke en PDA?". I dette tilfellet, påpeker de, kan den som blir intervjuet svare så kort eller langt hun ønsker, og begge parter har muligheten til å styre retningen på intervjuet videre.

Likevel, påpeker Sharp, Rogers og Preece, er det alltid en fordel å ha en plan over hvilke hovedemner som skal dekkes av intervjuet. Selv om man har en slik agenda på forhånd, betyr det ikke at man ikke er åpen for ny informasjon og nye ideer. For å være i stand til å gjennomføre et ustrukturert intervju, er det viktig at man er i stand til å balansere mellom å skaffe svar på de relevante spørsmålene, samtidig som man er forberedt på å følge

informasjonsflyten i nye og uventede retninger. En av fordelene med ustrukturerte intervjuer er at de genererer rike data, altså data som kan gi en dyp forståelse av emnet, og det kan ofte komme frem ting som intervjueren ikke hadde tenkt over på forhånd. Ulempen er at store mengder ustrukturerte data genereres, og kan være veldig tidkrevende å analysere. Typisk er det i interaksjonsdesign uvanlig å analysere hvert eneste intervju i detalj. I stedet kan intervjueren ta notater eller lydopptak av intervjuet, for deretter å kunne gå gjennom disse i etterkant (Sharp, Rogers og Preece 2007).

Hovedformålet med intervjuet fra min side var å lære mer om blindes bruk av Trafikantens mobile løsninger, men jeg var også interessert i å høre om intervjuobjektets erfaringer med assisterende teknologi generelt. Jeg så på dette som en flott mulighet til å lære, og var derfor ikke så opptatt av å innskrenke samtalen, så lenge hovedtemaene ble dekket. I tillegg utførte vi en liten brukbarhetstest av Trafikantens mobile nettsider med Nuance TALKS, da det viste seg at han hadde samme telefon og skjermleser som jeg benyttet i den større brukbarhetstesten, beskrevet i underkapittel 3.2. Formålet med denne minitesten var å undersøke i hvilken grad hans metoder og tidsbruk skilte seg ut fra de seende deltagerne i den større testen. For å lette analyseringen i etterkant brukte jeg lydopptaker under selve intervjuet.

På samme måte som deltagerne i brukbarhetstesten, ble også intervjuobjektet forklart at intervjuet er en del av min masteroppgave i informatikk, og at jeg primært er interessert i å undersøke hvilke utfordringer synshemmede har i forbindelse med kollektivtrafikken, og i hvilken grad de kan benytte Trafikantens mobile tjenester. Han ble videre gitt muligheten til å motsette seg lydopptak, og deretter forsikret om at dette ville bli slettet når jeg er ferdig med oppgaven. Han ble også informert om at han sto fritt til å trekke seg når som helst, også etter selve deltagelsen.

3.4 Samtaler med synshemmede brukere

Jeg hadde, som nevnt, muligheten til å delta på Trafikantens informasjonsmøte hos Blindeforbundet, samt evalueringen av Trafikantens nye sanntidsskilter med talesyntese, sistnevnte i regi av min medstudent Didar Akrei. Disse tilstelningene var verdifulle for meg, ettersom de i begge tilfeller la opp til at synshemmede brukere av kollektivtrafikken kunne komme med tilbakemeldinger og innspill. Videre ga de meg mulighet til å gjennomføre samtaler med flere av disse brukerne etter at tilstelningene var avsluttet, på en relativt uformell og ustrukturert måte. Data fra disse tilstelningene, og annen kontakt med synshemmede, vil bli brukt til å nyansere diskusjonen, men de blir ikke tillagt stor vekt.

4. Case

I dette kapittelet vil jeg gi en kort presentasjon av Trafikanten og Ruter, samt de informasjonstjenestene de tilbyr for kollektivtrafikken i Oslo.

4.1 Om Trafikanten og Ruter

Ruter AS er et felles administrasjonsselskap for kollektivtrafikken i Oslo og Akershus. Ruter planlegger, samordner, bestiller og markedsfører kollektivtrafikken på vegne av de to fylkene. De har verken transportmidler eller trafikkbetjening i eget hus. All operativ trafikkdrift utføres på Ruters vegne av ulike operatørselskap som kjører på kontrakt for Ruter. For busser og båter tildeles kontraktene etter anbudskonkurranse (Ruter AS 2009).

Trafikanten AS er en servicebedrift som skal markedsføre kollektivtrafikken i hovedstadsområdet. Hovedaktivitetene er reiseinformasjon, billettsalg, kundeservice, utvikling av informasjonsløsninger, samfunnskontakt, og samarbeid med andre selskap med liknende virksomhet. Hovedformålet med selskapet er å fremme bruken av kollektivtrafikk gjennom god informasjon, attraktive og oppdaterte informasjonsløsninger og høy tilgjengelighet. Trafikanten AS skal fremme bruken av kollektivtrafikk i tråd med samfunnsmessige mål om et bedre miljø. Selskapet skal utvikle og drifte effektive, tidsriktige og attraktive informasjonsløsninger som gjør det enklere å reise kollektivt for alle. Gjennom innovasjon og fokus på nettbaserte løsninger skal de nå flere kunder og være tilgjengelige der kundene trenger dem, når de trenger dem (Trafikanten AS 2007).

Trafikanten og Ruter har i samarbeid med Samferdselsetaten i Oslo og Statens vegvesen utviklet et omfattende sanntidssystem for Oslo og Akershus – SIS (Trafikanten AS 2010). Alle Ruters busser og trikker i Oslo og Akershus, samt T-bane og tog inngår i dette systemet, som fungerer ved at posisjonerings- og kommunikasjonsutstyr er installert på hvert kollektivkjøretøy. Denne informasjonen samles inn, og har flere nyttige bruksområder. Informasjonen er tilgjengelig for sanntidsskilter på stoppesteder, samt for Trafikantens nettsider og mobilapplikasjoner. I tillegg brukes den til automatisk annonsering av holdeplasser om bord på fremkomstmidlene. Et siste bruksområde, som de reisende i liten

grad legger merke til før systemet eventuelt skrus av, er at busser og trikker gis prioritet gjennom lyskryss, og dermed fører til raskere trafikkavvikling for kollektivtransporten.

4.2 Informasjonskanaler i kollektivtrafikken

I artikkelen vår (Akrei og Pedersen 2010) presenterte vi de forskjellige informasjonskanalene, som benyttes i kollektivtrafikken i Stor-Oslo, samt fordeler og ulemper med de ulike løsningene. Disse kan i hovedsak deles opp i to grupper, hvor den første inneholder kanaler, som fysisk befinner seg på stoppestedene, mens den andre består av tjenester som kan brukes uavhengig av sted.

4.2.1 Informasjonskanaler på stoppestedene

Den klart mest utbredte kanalen er de tradisjonelle rutetabellene på papir, som i utgangspunktet skal finnes på alle stoppesteder. Disse har den fordelen at de er billige å produsere og vedlikeholde, samtidig som de kan inneholde store mengder relevant informasjon på liten plass. Naturlig nok gir denne løsningen ingen fleksibilitet når det gjelder endring av informasjonen som gis, teksten vil være uforandret helt til plakaten fysisk byttes ut. Dette er derfor ikke en kanal som kan brukes til avviksmeldinger og annen midlertidig informasjon, og løsningen på slike situasjoner kan derfor være egen skilting. Blinde kan ikke bruke rutetabellene, mens svaksynte kan ha problemer med å bruke dem på grunn av liten tekststørrelse.

På noen tungt brukte holdeplasser for trikk og buss, fortrinnsvis i sentrumsnære områder, samt på alle T-banestasjoner, finnes det i tillegg høyttaleranlegg. Disse brukes i hovedsak til å informere om avvik i trafikken, ikke for å gi generell informasjon. Noe av grunnen til dette er at de med sitt høye lydnivå kan oppleves som både påtrengende og forstyrrende, og dermed bli et irritasjonsmoment både for reisende og andre.

En rekke fremkomstmidler er i tillegg utstyrt med høyttalere for både innvendig og utvendig annonsering. Innvendig annonsering brukes til å gi beskjed om hva som er neste stoppested, samt til forhåndsinnspilte avviksmeldinger ved større avvik, som at et stoppested er stengt. Utvendig annonsering brukes først og fremst til å informere reisende på stoppestedene om hvilken linje som nå ankommer stoppestedet. Slik utvendig annonsering brukes per i dag

bare på T-banen, men det nødvendige utstyret finnes også på busser og trikker. Dersom utvendig annonsering også tas i bruk for disse fremkomstmidlene, vil dette først og fremst være aktuelt i sentrum, ettersom lyden vil oppfattes som sjenerende i boligstrøk. Begge disse typene annonsering kan være praktisk for alle reisende, men for synshemmede kan de være helt essensielle, ettersom informasjonen ikke enkelt kan innhentes fra andre kilder. Norges Blindforbund anbefaler bruk av slik annonsering (Norges Blindforbund 2004).

De siste årene har Trafikanten plassert ut ca. 550 sanntidsskilter på utvalgte stoppesteder, inkludert tilnærmet hele T-banenettet. De fleste av disse stoppestedene har mer enn ett skilt utplassert, så antallet stoppesteder med slike skilter er betydelig lavere. Skiltene finnes i flere forskjellige utforminger, og bruker GSM-nettet til å innhente sanntidsinformasjon om de linjene som frekventerer det aktuelle stoppestedet. Denne informasjonen vises deretter ved hjelp av gule lysdioder på svart bakgrunn. Slike skilter finnes i flere forskjellige utforminger, hvor noen også støtter avviksmeldinger. For blinde er ikke disse skiltene til hjelp i dag, men svaksynte kan dra nytte av den relativt store skriften og gode kontrasten. For denne gruppen er søyleskiltene å foretrekke, ettersom de gjør det mulig for den svaksynte å lese på svært kort avstand.



Figur 15: Eksempler på hengende sanntidsskilter (Trafikanten AS 2010).



Figur 16: Stolpebaserte sanntidsskilter (Trafikanten AS 2010).

På trikkeholdeplassen ved Rikshospitalet har det den siste tiden stått en prototype på en helt ny generasjon sanntidsskilter. I tillegg til å vise informasjonen ved hjelp av lysdioder, kan den, når man trykker på en knapp, også lese opp denne informasjonen, slik at den også kan benyttes av blinde. Rent teknisk fungerer dette ved at forhåndsinnspilte lydfiler blir satt sammen i riktig rekkefølge, og deretter spilt av. Under tidlige tester baserte prototypen seg på bevegelsessensor i stedet for trykknapp, men dette ble oppfattet som irriterende, og til tider skremmende, av de reisende. I motsetning til de større høyttaleranleggene er denne løsningen bedre egnet for lengre meldinger, ettersom den lyttende nå befinner seg helt i nærheten av høyttaleren, slik at lydnivået ikke trenger å være like høyt.

Den nyeste utviklingen på denne fronten, i skrivende stund, er at Trafikanten har en ny prototype, basert på talesyntese i stedet for lydfiler, som er under uttesting. Jeg har vært med på deler av denne testingen, og mener bestemt at løsningen ser svært lovende ut. Den største fordel er åpenbart at det ikke lenger er nødvendig å håndtere et stort antall lydfiler, noe som ville gjort det svært krevende å gjennomføre en storstilt implementering av slike skilter. Prototypen med talesyntese trenger ingen slik administrasjon, den tar i mot akkurat de samme inndataene som de vanlige sanntidsskiltene, og konverterer disse fra tekst til tale ved behov. Dette fungerer så bra at Trafikanten har valgt å bestille i overkant av 100 slike skilter fra leverandøren, og disse vil om ikke altfor lenge bli utplassert på de viktigste stoppestedene.

Løsningene som benytter lyd til å formidle informasjon møter felles utfordringer når det gjelder å gjøre beskjedene tydelige for de reisende. Stoppesteder kan være utsatt for store mengder støy, blant annet i form av passerende trafikk, og det stilles derfor krav til både lydnivå og frekvensområde for at meldinger skal kunne oppfattes av mottakerne. Disse kravene kan variere voldsomt fra stoppested til stoppested, men også fra et tidspunkt til et annet på samme stoppested, og det er derfor vanskelig å finne et fungerende kompromiss. En mulig løsning er å bruke egne mikrofoner til å oppfatte bakgrunnsstøy, og deretter benytte denne informasjonen til å gjøre de nødvendige justeringer i lydstyrke og frekvensområde.

4.2.2 Stedsuavhengige informasjonskanaler

Trafikanten tilbyr også en rekke informasjonskanaler som kan benyttes ved hjelp av datamaskin eller telefon. Disse har derfor til felles at de ikke er avhengige av at brukeren befinner seg på en holdeplass, noe som gjør dem mer egnet for planlegging i forkant av en reise. I tillegg kan de, spesielt kanalene for mobiltelefon, benyttes underveis på reisen, uavhengig av om det finnes faste installasjoner der brukeren befinner seg. Dette gjør mobiltelefonen til et velegnet supplement til de stedsavhengige kanalene. Brukstallene som nevnes i denne seksjonen kommer i hovedsak fra Trafikantens analyseavdeling.

Ved å ringe til 177 vil man komme frem til den lokale ruteopplysningen, som i tilfellet Oslo og Akershus er Trafikanten. Her kan man raskt få svar på det meste man lurer på innen trafikkinformasjon, og tjenesten krever kun at man er i stand til å bruke telefon. Dette er et kjærkomment alternativ for brukere som ikke er komfortable med de mer avanserte tjenestene, og som ønsker å snakke med et annet menneske, og servicetelefonen er for eksempel populær blant eldre. På telefonregningen regnes tjenesten som et 815-nummer, men ettersom samtalene for det meste er relativt korte, vil en samtale sjelden koste mer enn en krone eller to fra fasttelefon. Fra mobiltelefon kan kostnaden være atskillig høyere, men dette avhenger av hvilket mobilabonnement man har. I gjennomsnitt mottar Trafikanten omtrent 50.000 henvendelser på telefon per måned, med en gjennomsnittlig ventetid på rundt 40 sekunder.

Enkelte typer informasjon, som sanntid og reiseplanlegger, er også mulig å få på SMS ved å sende diverse kodeord til 2050. Denne tjenesten koster 3kr per mottatt melding, og Trafikanten får omtrent 30.000 slike forespørsler per måned.

Trafikantens nettsider, trafikanten.no, fungerer som en informasjonsportal for kollektivtrafikken i Oslo og Akershus. Her kan man finne aktuelle nyheter, informasjon om avvik, takster og lignende. I tillegg finnes det her en reiseplanlegger som hjelper brukerne med å finne ut hvilke transportmidler de kan ta for å komme til ønsket stoppested, samt gi sanntidsinformasjon for stoppesteder. Denne løsningen er integrert med en karttjeneste, som blant annet kan tegne opp gangruter mellom stoppesteder og adresser, når dette er aktuelt. Nettsidene har ikke vært nevneverdig oppgradert på mange år, og fremstår derfor i dag som utdaterte, både teknisk, visuelt, og i forhold til tilgjengelighet. Nye nettsider er derfor under utvikling, og ligger ute som en betatest på beta.trafikanten.no. De gamle nettsidene har fremdeles omtrent to millioner treff per måned

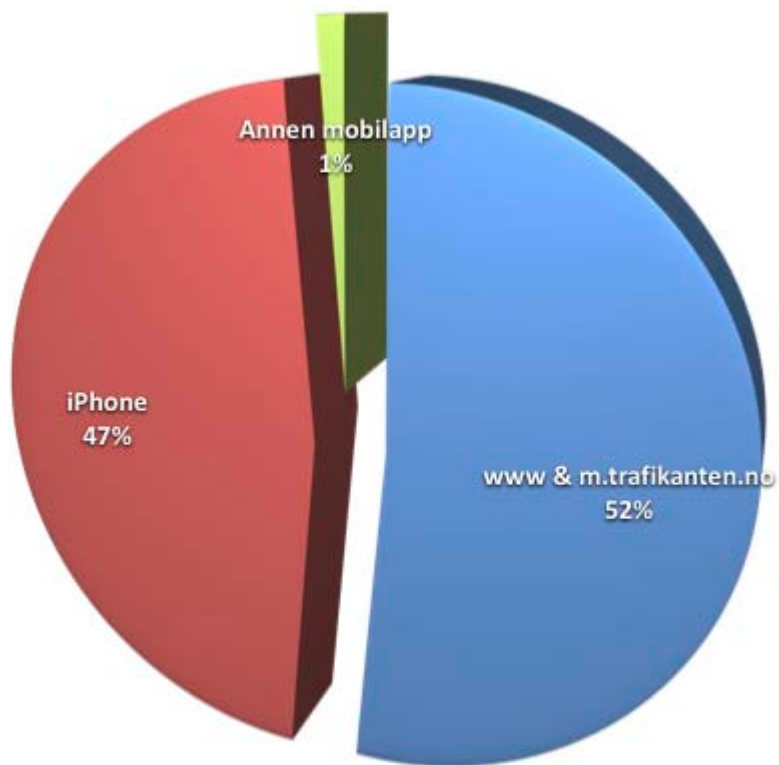
Det finnes også en nedstrippet versjon av Trafikantens nettsider, optimalisert for mobiltelefoner, med kun de mest nødvendige funksjonene, slik som reiseplanlegger, rutetabeller, sanntid og avviksmeldinger. Tidligere brukte disse nettsidene WAP, men de ble nylig konvertert til vanlige HTML-sider. I likhet med Trafikantens vanlige nettsider er også mobilsidene modne for oppgradering, og en ny versjon er derfor under utvikling. Denne skal etter planen gjøres tilgjengelig i løpet av høsten 2010 (Trafikanten AS 2010). Det er flere grunner til at det er gunstig å tilby egne sider for mobiltelefon. Skjermene på slike enheter har gjerne forholdsvis lav oppløsning, og for å unngå unødvendig scrolling må nettsidenes design derfor tilpasses. Samtidig kan datatrafikk på mobiltelefoner, avhengig av mobilabonnement, fremdeles være relativt kostbar. Trafikantens mobilsider har derfor ingen bilder, og mengden tekst har blitt redusert til det minimale. Resultatet er at sidene for det meste er mellom 0,5 og 5kB, hvilket i praksis betyr at oppslag er svært rimelige. I tillegg har hvert enkelt steg i prosessen sin egen unike adresse, hvilket gjør det mulig å bokmerke søk for rask tilgang ved en senere anledning. Bruken av denne tjenesten er svakt stigende, men med omtrent 40.000 treff i måneden har den i forhold til de vanlige nettsidene bare 2 % av trafikken.

En annen måte å få trafikkinformasjon på mobiltelefonen er ved å bruke en av Trafikantens applikasjoner, som er tilgjengelig for Android, iPhone og Windows Mobile, samt i en Java-

utgave som også fungerer på flere andre plattformer. Slike applikasjoner kan gi brukerne en mer strømlinjeformet opplevelse enn ved kun å bruke nettsidene, og kan også dra fordel av å ha tilgang til flere av telefonens kjernefunksjoner enn disse. Flere av applikasjonene startet som uavhengige prosjekter, men i løpet av det siste året har Trafikanten bidratt til en standardisering av utseende og funksjonalitet. Felles funksjonalitet for applikasjonene inkluderer sanntidsinformasjon, avviksmeldinger og posisjonering ved hjelp av GPS. Nettopp denne muligheten for posisjonering er en av hovedårsakene til iPhone-applikasjonens popularitet, ettersom det forenkler valg av stoppested betraktelig. Applikasjonene for Android, iPhone og Windows Mobile bruker Skyhook (Skyhook Wireless, Inc. 2010) for mer presis posisjonering. Denne løsningen drar nytte av registrering av trådløse nettverk, og kan derfor også fungere innendørs, noe vanlig GPS kan ha problemer med. Ellers er det verdt å nevne at Android-applikasjonen også tilbyr en enkel reiseplanlegger, og at den nyeste utgaven av iPhone-applikasjonen har integrert kart. Når det gjelder totale brukstall for de nettbaserte tjenestene, står iPhone-applikasjonen og de vanlige Internettssidene for omtrent halvparten av oppslagene hver, mens summen av de andre applikasjonene og de mobile nettsidene ikke utgjør mer enn en prosent eller to til sammen.



Figur 17: Trafikantens mobile applikasjoner. Fra venstre: Windows Mobile, iPhone, Java, Android (Trafikanten AS 2010).



Figur 18: Bruksfordelingen for Trafikantens nettbaserte tjenester i perioden 1. til 21. april 2010. Forholdet mellom www og m.trafikanten.no var i perioden 53:1, så hvis disse hadde vært representert individuelt, ville www stått for 51 % og m.trafikanten.no for 1 % (Flyen 2010).

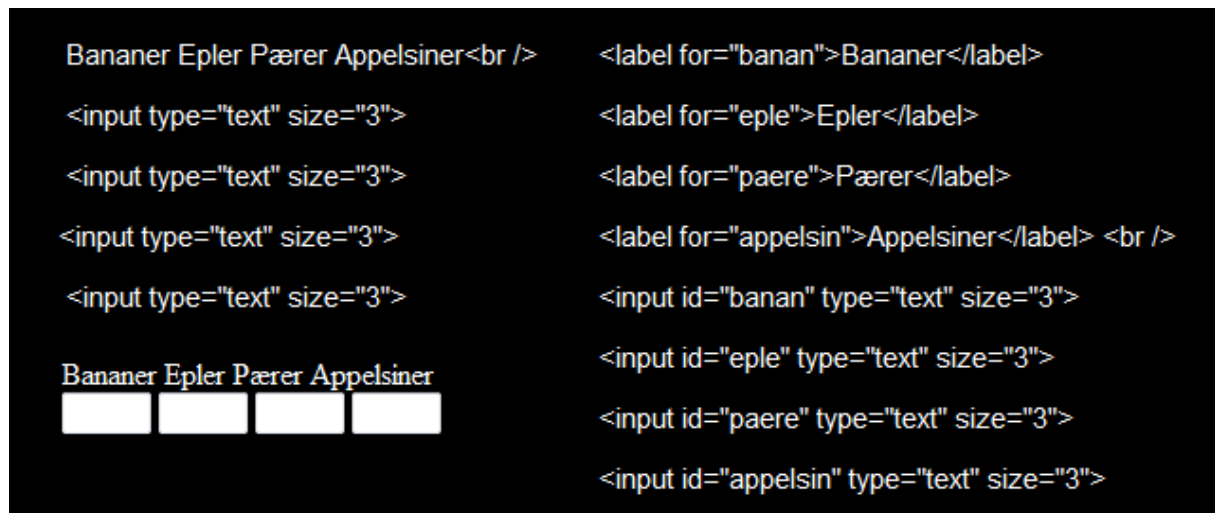
5. Funn

5.1 Heuristisk evaluering

Den heuristiske evalueringen av Trafikantens mobilsider var en nyttig og lærerik prosess for meg. De konkrete og testbare kriteriene i WCAG 2.0 egnet seg godt til å identifisere tilgjengelighetsproblemer. Bruken av flere evaluatorene, i henhold til prinsippene for heuristisk evaluering, bidro i tillegg til at det totale antall funn økte noe. Det var et betydelig overlapp mellom evaluatorenes funn, slik at effekten av å bruke flere evaluatorene er synkende, hvilket jo var forventet. Det at retningslinjene i WCAG 2.0 er så konkrete som de er, med høy λ -verdi, bidro trolig til at overlappet ble større enn dersom andre, mer skjønnsbaserte, heuristikker hadde blitt brukt. I så måte kan det absolutt argumenteres, fra et kost/nytte-perspektiv, for at det kunne blitt brukt mindre enn fire evaluatorene i denne evalueringen.

Det ble fort klart at Trafikantens nåværende mobilsider ikke oppfyller kravene til nivå A i WCAG 2.0. Gjennom evalueringen har jeg for dette nivået avdekket brudd på seks av de tolv retningslinjene, og på alle de fire hovedprinsippene. Dette betyr ikke nødvendigvis at det er mange problemer som må rettes opp i, da ett enkelt problem kan hindre oppfyllelse av flere retningslinjer.

Et eksempel på dette, hvor ett problem bryter med hele fire retningslinjer, finnes i skjemaelementene som brukes til å gi input til systemet, slik som tekstfelt og nedtrekksmenyer. Ved å se på den nærliggende teksten er det enkelt for seende brukere å identifisere hvilken funksjon disse elementene har. Denne sammenhengen, eller ikke-tekstlige informasjonen, er derimot ikke tilgjengelig for blinde skjermleserbrukere, og WCAG 2.0 krever derfor et maskinelt identifiserbart alternativ. I det hypotetiske eksempelet til venstre i Figur 19 vil en skjermleserbruker kunne få lest opp "Bananer Epler Pærer Appelsiner tekst tekst tekst tekst", hvor ordet "tekst" representerer tekstfeltene. En god løsning på dette problemet er å bruke label-elementer til å knytte tekstfeltene opp mot sine beskrivende tekster, som vist til høyre i Figur 19, slik at skjermleserprogramvaren kan lese de opp i riktig rekkefølge.



Figur 19: Til venstre HTML-kode uten labels (øverst) og utsnitt fra den resulterende nettsiden (nederst). Til høyre forbedret HTML-kode, som visuelt gir det samme resultatet, men som samtidig gjør det enklere for brukere av skjermlesere å forstå sammenhengen mellom hjelpetekster og tekstfelt.

På siden for avviksmeldinger finnes det også ikke-tekstlig informasjon som ikke er tilgjengelig for skjermleserbrukere. Denne er lagt opp slik at hver avviksmelding starter med en overskrift som består av linjenummer og avvikstype, etterfulgt av den mer detaljerte beskrivelsen av avviket. For seende brukere er dette svært praktisk, ettersom man kan skimle overskriftene, og kun lese detaljer for de rutene man er interessert i. Feilen ligger i at disse overskriftene ikke er semantisk markert som overskrifter, men i stedet kun har en annen skriftstørrelse enn den omliggende teksten. En skjermleserbruker kan derfor ikke skille disse overskriftene fra resten av teksten, og er nødt til å bla gjennom hver eneste tekstlinje på leting etter relevant informasjon, hvilket ikke kan sies å være en tilfredsstillende løsning på en side som kan inneholde opp mot 1.000 ord. For å imøtekomme kravene fra WCAG 2.0 må disse overskriftene i stedet markeres med header-elementer. Når dette er gjort kan også brukere av moderne skjermlesere lese hurtig gjennom overskriftene på leting etter relevant informasjon, ettersom skjermleseren nå er i stand til å skille mellom overskrifter og omliggende tekst.

Et tredje, og siste, eksempel på manglende formidling av ikke-tekstlig innhold finnes enkelte steder hvor tabulært innhold blir presentert. Slikt innhold må også markeres semantisk, fortrinnsvis med beskrivende overskrifter, for å sikre at ikke tabellstrukturen forsvinner for brukere av skjermlesere.

Det første en skjermleserbruker får lest opp når siden lastes er tittelen på siden, og denne skal derfor være beskrivende for sidens innhold. Dette er gjort på enkelte av mobilsidene, men ikke alle. Videre kan skjermleseren dra nytte av å vite hvilket språk en side er skrevet i, blant annet fordi dette muliggjør mer naturlig uttale. WCAG 2.0 krever derfor at språk spesifiseres i html-elementet. Avslutningsvis er det nødvendig å luke syntaksfeil ut av html-koden, slik at sidene validerer, da dette øker sannsynligheten for at brukeragenter, som skjermlesere, er i stand til å tolke innholdet på riktig måte.

Så vidt jeg kan se vil det være tilstrekkelig å rette opp i de problemene jeg nå har nevnt for at Trafikantens mobilsider skal oppfylle kravene til nivå A i WCAG 2.0. Flere av evaluatorene mener likevel at mer bør gjøres for å sikre en god brukeropplevelse, både for synshemmede og seende. De peker på at navigasjonen i systemet er tungvint, med mange skritt for å utføre enkle oppgaver, slik at tidsforbruket blir uforholdsmessig høyt. Dette gjør seg særlig gjeldende på mobile enheter, da både lastetider og inputmekanismer virker tregere. Videre savner de mer konsekvent bruk av lenker for å navigere til hovedmenyen, da dette bare finnes på noen sider, og da i flere forskjellige tekstlige varianter ("Hjem", "Trafikanten", "Trafikanten hjem" er noen eksempler).

5. Funn

Tabell 1: Oversikt over antall oppfylte suksesskriterier for de forskjellige nivåene av WCAG 2.0, fordelt på de ulike retningslinjene.

Retningslinje	A	AA	AAA	Merknad
1.1 Alternativ tekst	0/1	0/1	0/1	Stryker på formidling av ikke-tekstlig informasjon.
1.2 Tidsbaserte medier	3/3	5/5	9/9	Ikke relevant for Trafikantens mobilsider
1.3 Konfigurerbart	0/3	0/3	0/3	Stryker på formidling av programmatisk struktur.
1.4 Gjenkjennelig	2/2	5/5	8/9	Ingen problemer med kontraster og lignende.
2.1 Tastatur	2/2	2/2	3/3	Funksjoner er tilgjengelig fra tastatur.
2.2 Nok tid	2/2	2/2	5/5	Ingen tidsbegrensninger i systemet.
2.3 Anfall	1/1	1/1	2/2	Innholdet kan ikke forårsake anfall.
2.4 Navigerbart	3/4	4/7	5/10	Stryker på mangelfulle titler for sidene.
3.1 Lesbart	0/1	0/2	0/6	Språk kan ikke determineres programmatisk.
3.2 Forutsigbart	2/2	2/4	3/5	A oppfylles, men stryker på AA pga inkonsekvent navigasjon.
3.3 Input-assistanse	0/2	1/4	1/5	Stryker pga dårlige hjelpetekster og manglende feilmeldinger.
4.1 Kompatibilitet	0/2	0/2	0/2	Stryker fordi sidenes HTML-kode ikke validerer.
SUM	15/21	22/38	36/60	

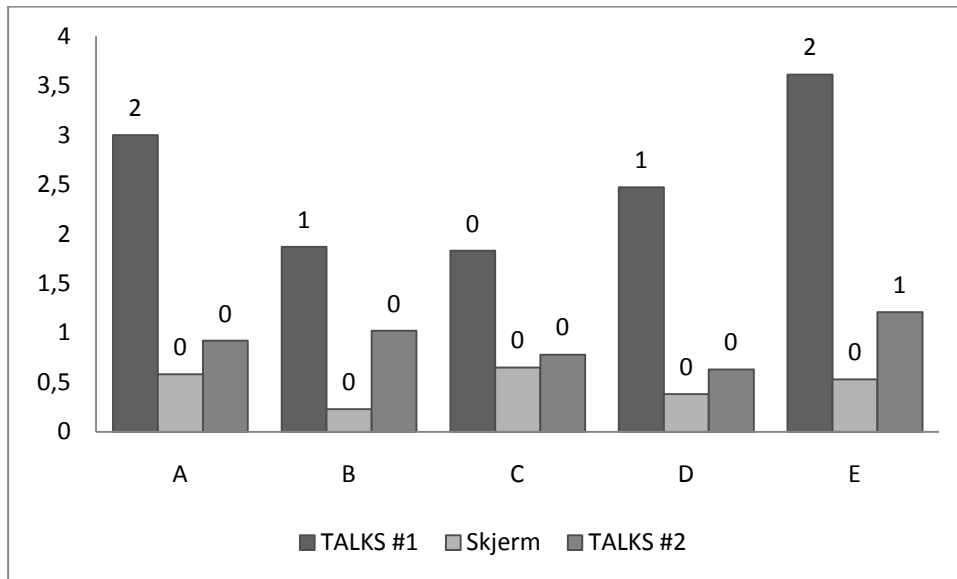
5.2 Brukbarhetstesting

I dette underkapittelet presenteres funnene fra brukbarhetstesten. Underkapittelet er delt opp, slik at hver oppgave får sitt eget punkt, og det samme gjelder også debriefing og oppsummering (5.2.6). For hver oppgave finnes det et søylediagram for hver telefon oppgaven ble løst på. Søylene indikerer deltagernes, representert ved bokstavene A til E, tidsforbruk på de tre gjennomgangene av hver oppgave. På toppen av hver søyle er det i tillegg skrevet et tall. Dette tallet forteller hvor mange ganger den aktuelle brukeren trengte hjelp til den aktuelle oppgavegjennomgangen.

I underkapittel 8.2, som er en del av appendiks, har jeg laget en detaljert gjennomgang av alle oppgavene for de mobile nettsidene med Nokia N82 og skjermleseren Nuance TALKS. Denne gjennomgangen er ment å gi en oversikt over sammenhengen mellom hva som til enhver tid befinner seg på skjermen, hva skjermleseren faktisk leser opp, og hvilken input brukeren trenger å gi for å komme videre. Hvert steg i denne gjennomgangen kan identifiseres ved hjelp av et nummer. Disse numrene vil jeg i det følgende bruke til å referere til spesifikke steg som er relevante for forklaringen. Slike referanser vil være på formen (8.2.1, steg 5), som altså betyr steg 5 i punkt 8.2.1 (avvik).

5.2.1 Avvik i trafikken

Den første oppgaven, hvor målet var å finne den første avviksmeldingen, ble designet for å gi testbrukerne en introduksjon til skjermleseren, og la de venne seg til mobiltelefonens nettleser og taster. I likhet med de andre oppgavene ble også denne først gjennomført på Symbian-telefonen, og resultatet følger under.

Symbian

Figur 20: Resultater av 1. oppgave på Symbian-telefonen. Søylene representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

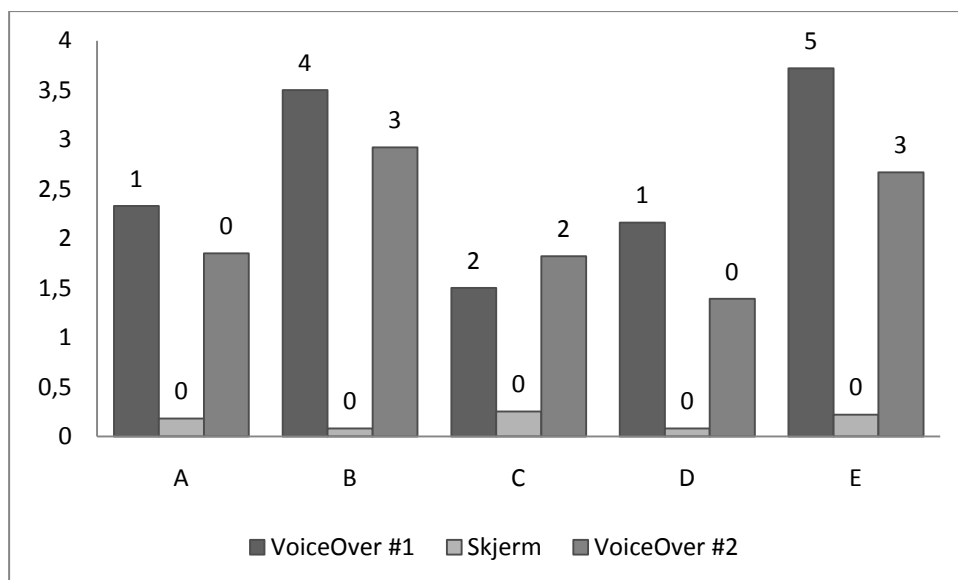
Det ble raskt klart at dette var en fremmed måte å skaffe seg informasjon på for de fleste testbrukerne. Bruker D forklarte at han vanligvis ville brukt øynene til raskt å skaffe seg en oversikt over siden, men at han nå ble tvunget til å ta stilling til hver enkelt tekst som ble lest opp, og derfor måtte gjøre et mye større antall bevisste beslutninger enn normalt. Denne oppførselen var også tydelig blant de andre brukerne, ved at de som regel ventet flere sekunder før de bladde videre. Denne usikkerheten blant brukerne var også årsak til fem av de seks inngrepene jeg gjorde i løpet av første gjennomgang, da brukerne i disse tilfellene stoppet helt opp og erklærte at de ikke visste hva de skulle gjøre. I disse tilfellene besto inngrepene av å fortelle at de bare måtte fortsette å bla nedover siden. Det sjettede inngrepet kom etter at bruker E trykket på lenken som fører til siden for sanntid, og var avhengig av hjelp for å komme seg tilbake til hovedsiden slik at han kunne fortsette oppgaven.

I den andre gjennomgangen, hvor skjermen var tilgjengelig for brukerne, klarte alle å løse oppgaven uten innblanding fra min side. Ikke overraskende gikk det også mye raskere denne gangen, med reduksjoner i tidsforbruk på mellom 64 og 88 %.

Etter at brukerne hadde gjennomført oppgavene 1-4 både med og uten skjerm, samt noen minutters øving med både skjerm og skjermleser, var det klart for en ny gjennomgang av

denne oppgaven. Denne gangen virket brukerne i mye større grad bestemte og målbevisste i det de foretok seg, og de stoppet ikke opp for å tenke like hyppig eller like lenge som første gang. Brukerne C og D hadde på dette tidspunktet begynt å benytte seg av at det er mulig å bla videre selv om talesyntesen ikke er ferdig med å lese opp det forrige elementet, slik at de i større grad kunne hoppe over informasjon de ikke var interessert i. Bruker C forklarte at dette fungerte bra siden hun visste på forhånd hva hun lette etter, men ga samtidig uttrykk for at hun ikke ville gått frem på samme måte på en ukjent side. I forhold til den første gjennomgangen hadde brukerne redusert sine tidsforbruk med mellom 45 og 74 %, noe de forklarte med bedre kjennskap til skjermleser og nettsider.

iPhone



Figur 21: Resultater av 1. oppgave på iPhone. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

I brukernes første møte med iPhones innebygde skjermleser, VoiceOver, var tidsforbruket sammenlignbart med det vi så i den første Symbian-testen, mens antallet inngrep var mer enn doblet. Dette er interessant, da det på forhånd virket naturlig å anta at brukernes kjennskap til Trafikantens mobilsider, samt erfaringene med Symbian-skjermleseren, ville gi bedre resultater denne gangen. Det viste seg raskt at disse faktorene var til hjelp, brukerne visste hvor de skulle, samt hva de måtte gjøre for å komme dit, men rent fysisk var det vanskelig for dem å utføre de nødvendige gestene. Spesielt gjaldt dette når de skulle bla

mellom elementene på siden ved å dra fingeren til høyre eller venstre. Disse gestene krever at man er bestemt, og at man utfører bevegelsen med et visst tempo, ellers vil ikke telefonen oppfatte dem korrekt. Hvis dette ikke gjøres riktig vil gestene i stedet registreres som at brukeren har forsøkt å markere et element ved å ta på det, og dermed flytte fokus uten at dette er ønskelig. Nytt fokus kan nå være på et annet element på nettsiden, men som regel endte det i nettleserens topp- eller bunnmeny. Dette forvirret brukerne veldig, og var årsak til alle inngrepene jeg gjorde. Spesielt brukerne B og E hadde en svært høy feilprosent gjennom alle oppgavene, mens bruker A skilte seg ut som den som taklet gestene best.

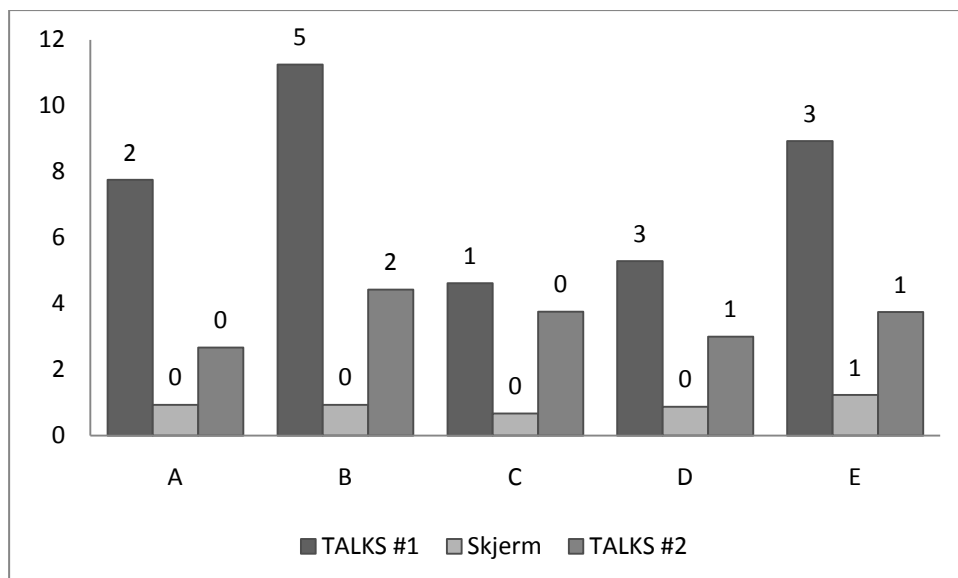
I testens andre del ble VoiceOver deaktivert, og brukerne fikk lov til å se på skjermen. Her var iPhone helt overlegen, med gjennomsnittlig tidsforbruk på kun en tredjedel av tilsvarende test på Symbian-telefonen. Flere brukere ga uttrykk for at surfeopplevelsen på iPhone var mer behagelig, og at den berøringsfølsomme skjermen var langt mer intuitiv å bruke til dette formålet enn Symbian-telefonens taster.

Brukerne hadde i gjennomsnitt brukt VoiceOver i over en time når oppgaven skulle gjennomføres for siste gang, men det var likevel liten forbedring å spore. Antall inngrep var riktignok lavere denne gangen, men dette var et resultat av at brukerne i større grad selv klarte å finne tilbake til riktig fokus, ikke at feilprosenten i gestene var lavere. Spesielt frustrerende for bruker B var det da fokus ble flyttet helt til bunnen av den lange avvikssiden. Etter at han deretter hadde brukt lang tid på å bla seg oppover igjen, skjedde det samme en gang til. På dette tidspunktet ga han uttrykk for at han følte sterk irritasjon mot VoiceOver.

5.2.2 Sanntid fra et stoppested

I denne oppgaven ble brukerne bedt om å finne første avgang, i sanntid, for linje 5 Vestli fra Blindern T-bane. Sammenlignet med den første oppgaven er denne mer omfattende, og krever langt mer input fra brukerne under gjennomføringen.

Symbian



Figur 22: Resultater av 2. oppgave på Symbian-telefonen. Søylene representerer deltagernes tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

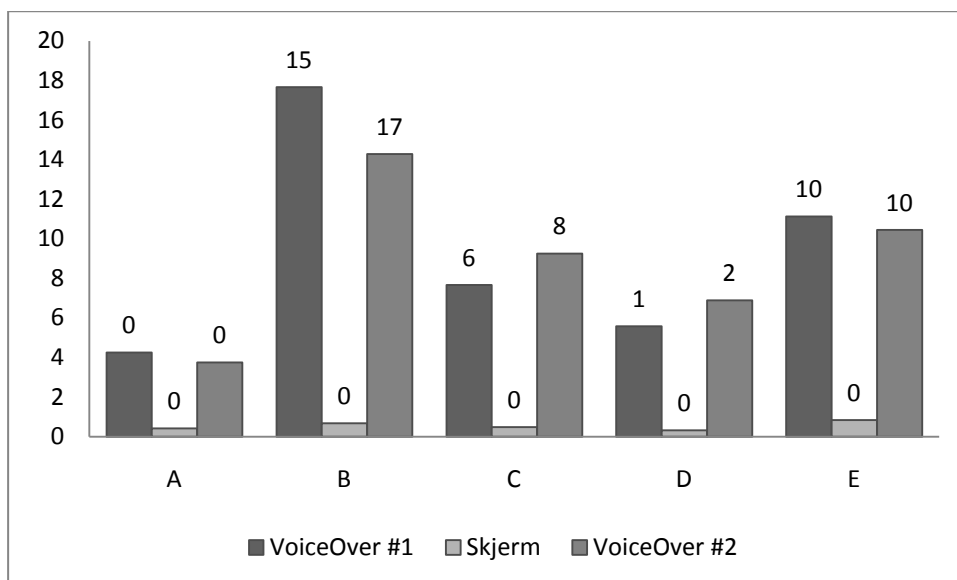
Med unntak av bruker B, som først trykket på lenken for tidtabell, klarte alle å navigere videre fra hovedsiden på første forsøk (8.2.2, steg 9). På den påfølgende siden observerte jeg en interessant oppførsel hos samtlige brukere, som viste seg å bli en gjenganger gjennom resten av oppgavene, til tross for gjentatte påminnelser fra min side. Denne oppførselen består i at brukerne forsøker å trykke på elementer det ikke er mulig å interagere med, som for eksempel vanlig tekst. I dette tilfellet prøvde brukere å trykke på både "Finn avganger i sanntid fra et stoppested" og "Stoppested", som begge er vanlig tekst, selv om det ikke har noen funksjon å trykke før man har markert tekstfeltet under "Stoppested" (8.2.1, steg 12-14). Denne tilsynelatende instinktive oppførselen blant brukerne overrasket også dem selv, da flere ga uttrykk for at de godt visste at de egentlig ikke kunne interagere med slike elementer. Under inntasting av navn på stoppested var det tydelig at brukerne var vant til å skrive tekst med talltastatur på mobiltelefon, men flere var usikre på hvordan de skulle lukke

tekstvinduet etterpå (8.2.2, steg 15-17). På neste side ble flere brukere forvirret over å få beskjed om å velge stoppested (8.2.2, steg 23-25), da de i egne øyne allerede hadde gjort nettopp dette. Majoriteten av inngrepene skyldtes også denne gangen usikkerhet i forbindelse med navigasjonen, forsterket av at brukerne hadde vanskeligheter med å skaffe seg et oversiktsbilde over nettsidene. Selve bruken av Nuance TALKS ga få problemer i seg selv.

I del to, hvor det altså blir brukt skjerm i stedet for skjermleser, klarte brukerne seg fint også denne gangen. De hadde ingen problemer med å finne frem til den ønskede informasjonen, men flere mente at prosessen var omstendelig, og at det gikk for sakte å bruke systemet.

I den andre gjennomgangen med skjermleser, det vil si del tre, var det tydelig at brukerne begynte å bli mer komfortable med skjermleseren TALKS, og at de hadde lært seg å finne frem i sanntidssystemet på Trafikantens mobilsider. Den tidligere usikkerheten virket i stor grad å være borte, noe bruker D forklarte med at han nå visste hva han skulle gjøre på forhånd, og ikke lenger var avhengig av å følge forvirrende instruksjoner for å finne frem.

iPhone



Figur 23: Resultater av 2. oppgave på iPhone. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

Når det gjelder iPhone forsterkes flere av trendene vi så i den første oppgaven. Brukerne visste godt hva de skulle gjøre, men under utføringen av gester var feilprosenten hos de

fleste så høy at gjennomføringen ble svært problematisk. Unntaket var bruker A, som mestret gestene på en god måte, noe som bidro sterkt til å gjøre henne til den raskeste brukeren på de resterende iPhone-oppgavene. Bruker D klarte seg også greit, til tross for høy feilprosent, da han selv var i stand til å rette opp i de fleste situasjonene. De resterende brukerne slet voldsomt med oppgaven på grunn av misforståtte gester, og trengte mye hjelp for å komme i mål. Denne oppgaven introduserte også iPhone-tastaturet, som ikke falt særlig i smak hos de fleste brukerne. Bruker B hadde trolig de største vanskelighetene, ettersom han ofte ikke var i stand til å tyde hvilken bokstav talesyntesen leste opp, og han trengte hjelp hele 15 ganger. Nettopp inntasting av tekst viste seg å være den største praktiske forskjellen i forhold til det fysiske tastaturet på Symbian-telefonen, ettersom skriving her er en toveis prosess. På Symbian visste brukerne hvilken knapp de skulle trykke på, samt hvor mange ganger de måtte trykke for å få riktig bokstav, mens de på iPhone var avhengige av å høre hvilken bokstav de hadde valgt før de kunne skrive den. Kun bruker C foretrakk iPhone-tastaturet, men også hun skrev markant tregere uten fysiske taster.

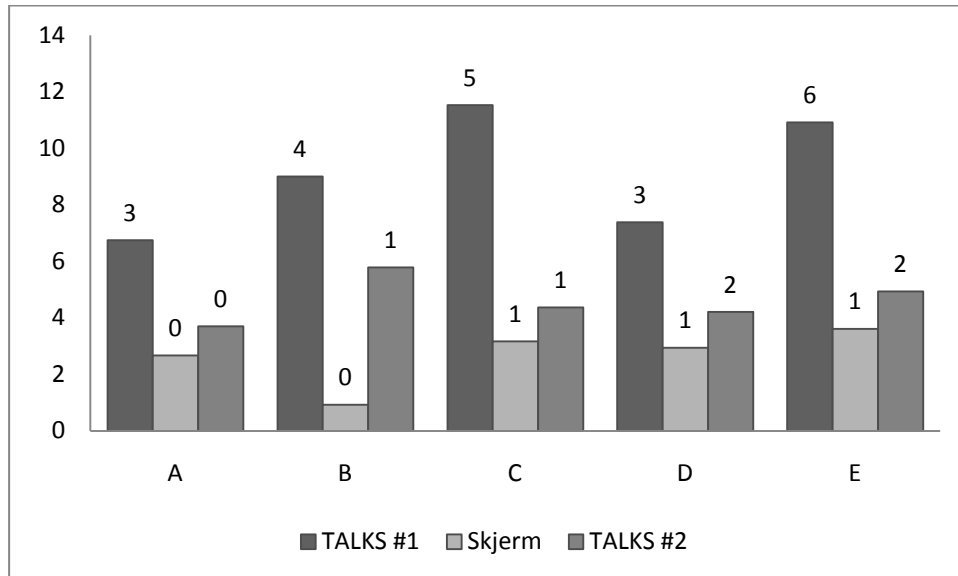
Med bruk av skjerm i stedet for VoiceOver viste iPhone seg igjen som det foretrukne alternativet blant brukerne, og systemet for inntasting av tekst ble oppfattet som spesielt smidig. Bruker C fastslo at hun ville brukt nettsidene regelmessig dersom hun hadde hatt iPhone, mens hun anså bruk av Symbian-telefonen til å gå for tregt.

Den andre gjennomgangen med VoiceOver aktivert forløp seg nesten identisk med den første, og det var liten fremgang å spore når det gjaldt brukernes ferdigheter. Et par av brukerne klarte i noe større grad å ordne opp selv etter mislykkede gester med påfølgende flytting av fokus, men dette ga seg ikke nevneverdig utslag i verken tidsbruk eller antall inngrep.

5.2.3 Tidtabell fra et stoppested

Oppgaveteksten lyder som følger: "Finn første avgang for linje 5 Vestli fra Blindern T-bane etter klokken 22:00, samt når denne er fremme på Jernbanetorget".

Symbian



Figur 24: Resultater av 3. oppgave på Symbian-telefonen. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

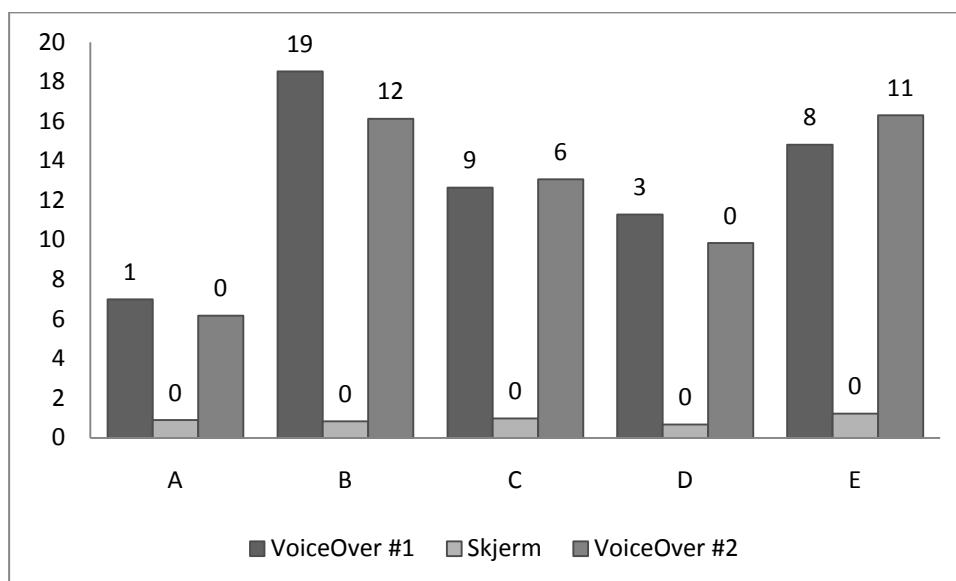
På dette tidspunktet begynte brukerne å bli relativt kompetente i bruken av TALKS, men samtidig uttrykte flere økende misnøye med den syntetiske stemmen "Stine". Brukerne opplevde denne som monoton og, over tid, meget ubehagelig å høre på. Bruker A påpekte at det finnes langt mer behagelige stemmer innen talesyntese, noe hun selv har opplevd under bruk av lydbøker innen faglitteratur. Bruker C og E forsøkte først å løse oppgaven ved å bruke reisepanleggeren i stedet for tidtabellen, noe de trolig til slutt ville lykkes med om jeg ikke hadde stoppet dem. Jeg tar selvkritikk for at oppgaveteksten ikke var mer presis på dette punktet. Også her fikk jeg tilbakemeldinger om at selve prosessen er for komplisert og omstendelig. Det skapte i tillegg noe forvirring at valg av stoppested nå gjøres i en nedtrekksmeny (8.2.3, steg 20), i stedet for ved hjelp av lenker, som tidligere, men brukerne ga uttrykk for å foretrekke denne løsningen, ettersom det gjør det mulig å legge inn mer data på samme side. Det som trolig var den største utfordringen med denne oppgaven var siden der man velger avgang (8.2.3, steg 27-32). Her er det kun avgangens tidspunkt som er

en del av lenken, og ikke linjenummer eller linjenavn. Dette gjorde det vanskelig for brukerne å vite hvilken lenke de skulle trykke på, og flere valgte feil.

Ved bruk av skjerm virket deltagerne igjen sikre på utføringen av oppgaven, men flere ga uttrykk for at nettleseren på Nokia N82 ikke var spesielt god. Den største kritikeren var bruker B, som selv eier en nyere Symbian-telefon med trykfølsom skjerm.

Andre gjennomgang med skjermleseren TALKS ga tilsvarende resultater som for de andre oppgavene, med en halvering i gjennomsnittlig tidsforbruk, og en sterk reduksjon i antall feil. Flere brukere ytret også denne gangen misnøye mot hvordan valg av avgang utføres (8.2.3, steg 25-27), men denne gangen husket de hva de skulle gjøre. Det kom også kommentarer om at hjelpetekstene er adekvate når man kan se skjermen, men at de er altfor lite informative ved bruk av skjermlesere.

iPhone



Figur 25: Resultater av 3. oppgave på iPhone. Søylene representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

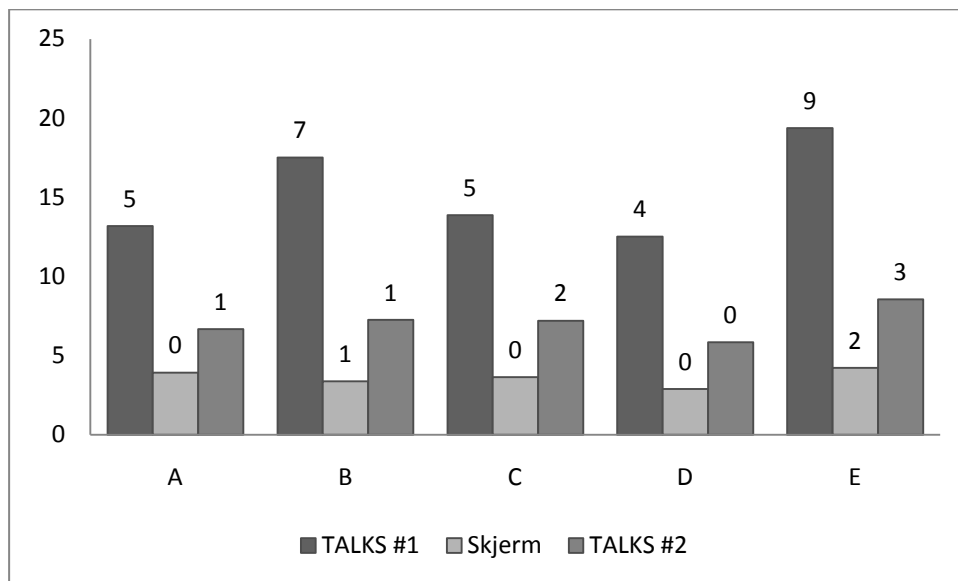
På dette tidspunktet er det ikke så mye nytt å nevne for iPhone. Brukerne kjenner nettsidene godt, selv om de gir uttrykk for at de tidvis føles ulogiske og omstendelige. Deltagerne, med unntak av bruker A og bruker D, trenger fremdeles mye hjelp, og nesten alle disse tilfellene er relatert til at gester blir misforstått av VoiceOver. Med bruk av skjerm går

oppgaveløsningen svært fort, i gjennomsnitt omtrent tre ganger raskere enn med Symbian. Andre gjennomgang med VoiceOver gir tilsvarende resultater som den første, ettersom majoriteten av deltagerne fremdeles er ute av stand til å bruke VoiceOver på en sikker måte.

5.2.4 Reise mellom steder

Her var oppgaven å planlegge en reise fra Blindern T-bane til Kampen etter klokken 08:00 påfølgende dag.

Symbian



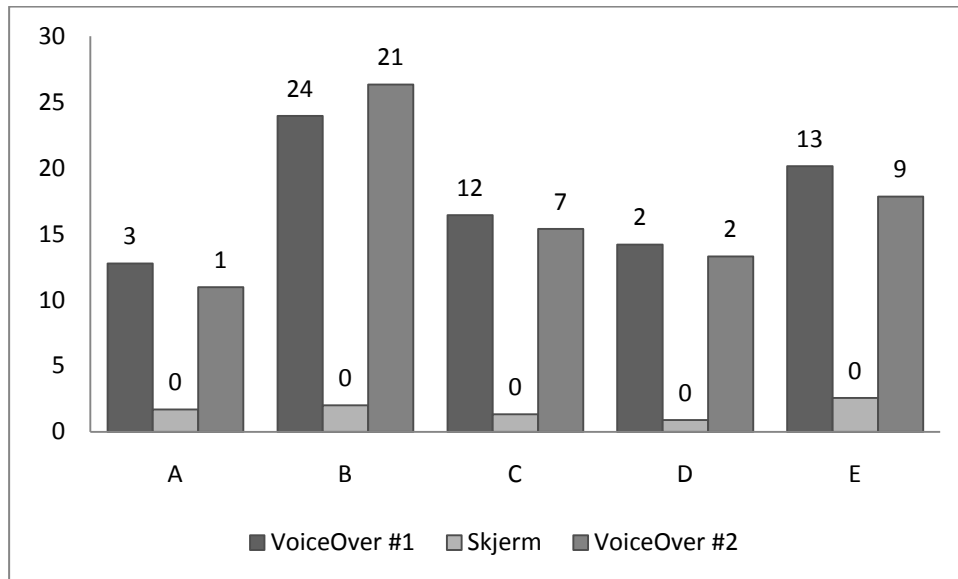
Figur 26: Resultater av 4. oppgave på Symbian-telefonen. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

Dette var den mest omfattende, og siste, av oppgavene for nettsidene, hvilket tydeliggjøres av tidsbruk og antall feil deltagerne gjorde. Flere deltagere hadde problemer med valg av stoppested man skal reise fra og til (8.2.4, steg 6-15 og 21-29), ettersom disse er utformet annerledes enn tilsvarende for både sanntid og tidtabell. Ved siden av tekstfeltene hvor navn på stoppested skal skrives inn, finnes det en nedtrekksmeny hvor man kan spesifisere om det man har skrevet inn er et stoppested eller en adresse. Flere brukere misforsto disse nedtrekksmenyene under bruk av skjermleser, ettersom de i forrige oppgave hadde brukt nedtrekksmenyer til å bekrefte stoppesteder. Når de så på neste side skulle bekrefte stoppested ved hjelp av lenker (8.2.4, steg 16-20 og 30-34), som i sanntidsoppgaven, var forvirringen total. Den neste siden (8.2.4, steg 35-41), hvor man kan velge bort

transportmiddel man ikke vil bruke, bidro også til forvirring. Flere deltagerer stoppet helt opp, og måtte fortelles at de ikke trengte å gjøre noe på denne siden for å løse oppgaven. Siden for valg av dato (8.2.4, steg 42-47) klarte alle å mestre, mye takket være at de komplette datoene var inkludert i selve lenkene, slik at det var lett å identifisere riktig lenke. Valg av tidspunkt (8.2.4, steg 48-54) var mer problematisk. Her skjønnte bare én av deltagerne umiddelbart at hun skulle skrive inn klokkeslett med tall, og alle hadde problemer med å fjerne det forhåndsutfylte klokkeslettet. Noe av forvirringen skyldtes at de i en tidligere oppgave hadde oppgitt klokkeslett ved hjelp av en nedtrekksmeny. Den aller siste siden som krever input av brukeren var også den mest kryptiske i hele oppgavesettet (8.2.4, steg 57-61). Siden består av en tabell over avgangstid, ankomsttid, reisetid og eventuelle merknader, men denne har ingen syntaktisk tabellstruktur, og med skjermleser er det nærmest håpløst å forstå sammenhengen mellom overskrifter og data. Lenken man skal trykke på for å komme videre (8.2.4, steg 61) leses bare opp som en rekke tall, og gir ingen indikasjon på at det er her man skal trykke, med mindre man kjenner systemet fra før, eller er i stand til å se sammenhengen med tabelloverskriftene. Deltagerne i testen var ikke i stand til dette, og alle fem gikk seg fast på denne siden.

Når deltagerne fikk lov til å se på skjermen ble alt mye lettere, og sidene fremsto ikke lenger som like kryptiske. Det er ikke dermed sagt at de var fornøyd med brukeropplevelsen denne gangen, tvert i mot ble det igjen understreket at informasjonshenting er unødvendig komplisert, og at den tar altfor lang tid. Tatt i betraktning at deltagerne brukte mellom 2:53 og 4:13 på å løse denne deloppgaven, er det vanskelig å være uenig med dem.

I likhet med de andre oppgavene på Symbian-telefonen brukte deltagerne også nå i underkant av halvparten så lang tid på andre gjennomgang med TALKS, og antallet feil ble dramatisk redusert. Dette er naturlig, ettersom feilene med Symbian-telefonen stort sett var relatert til manglende kjennskap til nettsidene, i motsetning til på iPhone, hvor problemene i hovedsak var forbundet med skjermleseren i seg selv. Den siste siden som krevde input var fremdeles helt uforståelig for deltagerne, men på grunn av erfaring visste de denne gangen hva de skulle gjøre.

iPhone

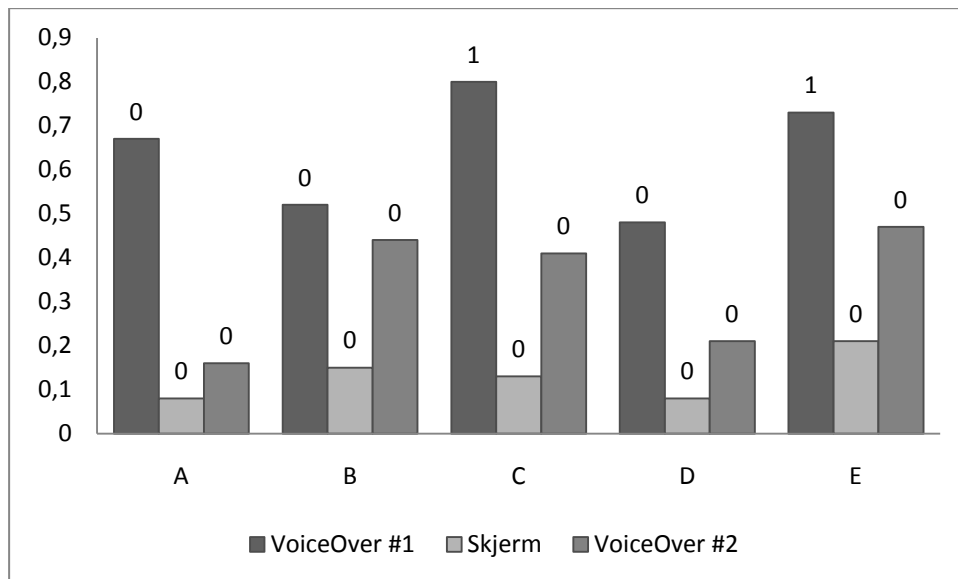
Figur 27: Resultater av 4. oppgave på iPhone. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

Historien gjentok seg også på iPhone, ved at alle utenom bruker A og D trengte svært mye hjelp, og forbedring over tid var bortimot ikke-eksisterende. I den andre gjennomgangen ga bruker B uttrykk for kraftig frustrasjon, og det var bare så vidt han orket å gjennomføre oppgaven. Denne frustrasjonen er fullt forståelig, på dette tidspunktet hadde han brukt VoiceOver i mer enn to timer, og han var fremdeles ikke i stand til å utføre gestene på en slik måte at de konsekvent ble riktig registrert. Strengt tatt var det bare bruker A som gjennomgående hadde suksess med gestene, og det er dermed grunn til å stille spørsmål til hvorvidt VoiceOver i det hele tatt er egnet for bruk i nettleseren Safari. Det er i hvert fall mye som tyder på at denne funksjonaliteten krever store mengder trening.

Ved bruk av skjerm viste iPhone seg nok en gang som den overlegne surfetelefonen i testen, og deltagerne hadde lite å utsette på denne oppgaven.

5.2.5 Applikasjon til iPhone

I denne oppgaven ble deltagerne bedt om å finne første avgang fra nærmeste stoppested ved å bruke applikasjonen til iPhone.



Figur 28: Resultater av 5. oppgave på iPhone. Søylenes representerer deltagerens tidsbruk i minutter for de tre gjennomgangene av oppgaven, mens tallene som står oppå søylene representerer antall ganger brukeren trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

Deltagerne hadde fremdeles til dels store vanskeligheter med å utføre gestene på riktig måte, men det viste seg fort at applikasjonen var mye mer tilgivende på dette området enn nettleseren var. Slik jeg oppfattet det var grunnen til dette todelt. For det første er grensesnittet enklere, og som regel med færre elementer, slik at deltagerne gis færre muligheter til å gjøre feil. Videre utnyttet plassen i mye større grad enn i nettleseren, hvor store deler av skjermen er uten innhold. I verste fall vil derfor en misforstått gest flytte fokus til et annet element i panelet, og ikke helt til topp- eller bunnmeny. Dersom dette likevel skulle skje, er disse menyene langt mindre omfattende enn i nettleseren Safari, og derfor enklere å navigere ut av. En god indikasjon på hvor effektiv applikasjonen kan være, er at deltagerne i gjennomsnitt kun brukte 38 sekunder på å besvare oppgaven med VoiceOver første gang. Til sammenligning er dette bare 5 sekunder mer enn de i gjennomsnitt brukte i Safari, med skjerm. Posisjonering med GPS og Skyhook var noe brukerne visste å verdsette, og de ga uttrykk for at kontrasten til bruk av nettleser var svært stor. De satt også pris på at

den oppleste teksten i større grad besto av hele setninger enn det som var tilfelle i nettleseren.

Det positive inntrykket forsterket seg ytterligere når deltagerne fikk lov til å bruke skjerm, i gjennomsnitt løste de da oppgaven på 8 sekunder. Dette er om lag fire ganger så raskt som i Safari, og syv ganger så raskt som med Symbian-telefonen. Bruker A og C påpekte at de la merke til at teksten de nå kunne se ikke var den samme som den som ble opplest av skjermleseren i den første gjennomgangen. Dette, mente de, var en svært god løsning, ettersom det tilbyr god oversikt til både seende og synshemmede, og de savnet noe tilsvarende på nettsidene.

I den andre gjennomgangen med VoiceOver hadde allerede bruker A og D memorert hvor på skjermen menyvalget for sanntid befinner seg, og sparte noe tid ved å velge dette direkte i stedet for å bla seg frem til det. Dette bidro til å senke gjennomsnittlig tidsforbruk, som nå var tilnærmet halvert siden første gjennomgang.

5.2.6 Oppsummering og debrifing

Til å begynne med virket deltagerne svært usikre på hva de skulle gjøre, og det var tydelig at det var uvant for dem å forholde seg til at sidene ble lest opp ord for ord, i stedet for å kunne bruke øynene til å få en kjapp oversikt. Denne utfordringen ble forsterket av at instruksjonene på nettsidene ble oppfattet som svært mangelfulle, og tidvis også misledende. Det hjalp heller ikke at samme ting, som valg av stoppested, måtte gjøres på flere ulike måter på forskjellige sider. Etter hvert ble deltagerne i mye større grad sikre på hva de skulle gjøre for å utføre oppgavene, men dette var først og fremst fordi de husket hvordan ting skulle gjøres.

Alle deltagerne var relativt raskt i stand til å bruke skjermleseren Nuance TALKS på en meningsfull måte, spesielt etter at de ble kjent med nettsidene. Det samme gjaldt på ingen måte med skjermleseren VoiceOver, ettersom fire av deltagerne hadde store problemer med å mestre selv de enkleste gestene, og dermed opplevde at fokus ofte ble flyttet mot deres vilje. Flere av disse ville nok ikke vært i stand til å løse alle oppgavene med VoiceOver uten min gjentatte hjelp. I applikasjonen var VoiceOver et mye mindre problem enn det som var tilfellet for nettsidene, og resultatene her var overlegne i forhold til i nettleser.

Deltagerne uttrykte da også at de hadde mye større sans for applikasjonen enn nettsidene, men at de gjerne skulle sett at den hadde flere funksjoner enn bare sanntid.

Tabell 2: Deltagernes gjennomsnittlige tidsbruk i minutter for de forskjellige oppgavene, fordelt på telefon og gjennomganger. Tallene i parentes er gjennomsnittlig antall ganger brukerne trengte hjelp til den aktuelle gjennomgangen.

	Symbian			iPhone		
	TALKS #1	Skjerm	TALKS #2	VoiceOver #1	Skjerm	VoiceOver #2
1. Avvik	2:33 (1,2)	0:28 (0)	0:55 (0,2)	2:39 (2,6)	0:10 (0)	2:08 (1,6)
2. Sanntid	7:34 (2,8)	0:56 (0,2)	3:31 (0,8)	9:15 (6,4)	0:33 (0)	8:55 (7,4)
3. Tidtabell	9:07 (4,2)	2:40 (0,6)	4:36 (1,2)	12:51 (8,0)	0:55 (0)	12:18 (5,8)
4. Reiseplan	15:17 (6,0)	3:36 (0,6)	7:06 (1,4)	17:29 (10,8)	1:41 (0)	16:45 (8,0)
5. Applikasjon	-	-	-	0:38 (0,4)	0:08 (0)	0:20 (0)

Deltagerne brukte med skjerm i gjennomsnitt signifikant kortere tid på hver enkelt oppgave i nettleseren med iPhone enn de gjorde med Nokia N82 (>95 %). Tilsvarende brukte de i gjennomsnitt signifikant kortere tid på de samme oppgavene i andre gjennomgang med Nuance TALKS enn med VoiceOver (>95 %). For første gjennomgang er det, som nevnt, betydelig bias som følge av at deltagerne måtte lære seg nettsidene samtidig som de lærte seg Nuance TALKS. Likevel brukte de i gjennomsnitt kortere tid med Nuance TALKS også her, men denne forskjellen er ikke statistisk signifikant. For antall inngrep finnes det ingen statistisk signifikant forskjell mellom Nuance TALKS og VoiceOver, til tross for at brukerne i gjennomsnitt trengte hjelp syv ganger så ofte ved bruk av sistnevnte. Årsaken til at forskjellen likevel ikke er statistisk signifikant er i første rekke at bruker A og D for det meste klarte seg uten hjelp. Når det gjelder applikasjonen brukte deltagerne i gjennomsnitt signifikant kortere tid med denne enn med nettleseren, både med skjerm (mot iPhone) og med skjermleser (mot Nokia N82) (>95 %).

Den blinde superbrukeren jeg intervjuet har også gjennomført oppgavene til de mobile nettsidene med Nokia N82 og Nuance TALKS. På disse brukte han henholdsvis 0:25, 0:45,

5. Funn

1:30 og 2:03. Dette er naturlig nok svært mye raskere enn testdeltagerne var i stand til, delvis også fordi han er komfortabel med en mye raskere tekstopplasing. Litt interessant er det at han også er raskere enn deltagerne i gjennomsnitt var ved bruk av skjerm, hvilket indikerer at bruk av skjermleser ikke nødvendigvis er mye tregere, forutsatt at brukeren er erfaren. Samtidig må det påpekes at en bruker som er trent med Nokia N82 trolig også ville vært en del raskere enn deltagerne på oppgavene med skjerm. Eksempelvis var jeg selv i stand til å løse disse på 0:06, 0:25, 0:37 og 1:03, eller to til fire ganger raskere enn deltagerne i brukbarhetstesten.

Tabell 3: Resultatene av spørreskjemaet som ble utdelt under debrifingen etter brukbarhetstestene.

Svært enig	Delvis enig	Delvis uenig	Svært uenig
Det var enkelt å forstå hva talesyntesen leste opp.			
2	2	1	0
Det var enkelt å finne frem i nettsidene ved hjelp av skjermleser.			
0	0	1	4
Det var enkelt å finne frem i iPhone-applikasjonen ved hjelp av skjermleser.			
3	1	1	0
Hjelpetekstene på nettsidene var ikke gode nok.			
5	0	0	0
Stemmen til talesyntesen var irriterende.			
4	1	0	0
Jeg ville ofte brukt nettsidene hvis jeg hadde hatt Nokia N82.			
0	1	1	3
Jeg ville ofte brukt nettsidene hvis jeg hadde hatt iPhone.			
3	2	0	0
Jeg ville ofte brukt applikasjonen hvis jeg hadde hatt iPhone.			
5	0	0	0

Spørreskjemaet bekrefter i stor grad det inntrykket jeg fikk av deltagerne under gjennomføringen av testen. Selve talen var i seg selv lett å forstå, men det å finne frem i nettsidene med skjermleser var krevende på grunn av lite informative hjelpetekster og ulogisk oppbygging. Applikasjonen til iPhone var deltagerne mye mer positive til, og alle

deltagerne ga uttrykk for at de ville brukt denne ofte hvis de hadde hatt iPhone selv. Når det gjelder nettsidene ville deltagerne i liten grad selv brukt disse dersom de hadde hatt Nokia N82, mens de var betraktelig mer positive til å gjøre det samme med iPhone.

Tabell 4: Deltagernes rangering av de fem oppgavene, fra vanskeligst til enklest.

	Vanskeligst				Enklest
1. Avvik	0	0	0	4	1
2. Sanntid	0	1	4	0	0
3. Tidtabell	1	3	1	0	0
4. Reiseplan	4	1	0	0	0
5. Applikasjon	0	0	0	1	4

Rangeringen av oppgaver med skjermleser etter vanskelighetsgrad stemmer, i gjennomsnitt, godt overens med det gjennomsnittlige tidsforbruket for oppgavene. Det er noen små variasjoner i rangeringen, men deltagerne er i hovedsak enige om at reiseplanleggeren var vanskeligst, etterfulgt av tidtabell, sanntid, avvik og applikasjon.

5.3 Dybdeintervju med blind superbruker

Dette intervjuet lærte meg virkelig viktigheten av å definere hovedemner på forhånd av ethvert ustrukturert intervju, og hvor krevende det kan være å holde seg til relevante tema. Intervjuet endte opp som en forholdsvis uformell, og god samtale, men fokuset på kollektivtrafikk og mobiltelefoner skled tidvis over i helt andre, men delvis relaterte, temaer, slik som opphavsrett og åpen kildekode. Ettersom ingen av oss hadde noen nevneverdige tidsbegrensninger var ikke dette noe problem, men det bidro til å gjøre jobben med å lytte gjennom lydmaterialer i etterkant tyngre og mer tidkrevende. I det store og det hele kom intervjuobjektet med mange interessante innspill som er relevante for denne oppgaven, og jeg vil i det følgende presentere noen av disse.

Det viste seg tidlig at han foretrekker å bruke leselist over skjermleser, da han etter eget utsagn "ikke liker sånne snakkende greier". Da jeg ba ham forklare hvorfor, satte han på musikk, som fullstendig overdøvet skjermleserens talesyntese, og poenget ble åpenbart. En leselist vil i større grad fungere på samme måte som når en seende leser trykt materiale,

ettersom bakgrunnsstøy har mindre betydning. Han har registrert at færre og færre synshemmede bruker punktskrift, og dermed i større grad gjør seg avhengig av lydbaserte hjelpemidler, noe han synes er dumt.

Likevel begynte han selv med skjermleser for mobiltelefon for fem år siden, og bruker i dag Nuance TALKS til Symbian-telefonen Nokia N82. Grunnen til at han ikke bruker leselist også til mobiltelefon er at slike er upraktiske å ta med seg, og at han dermed like gjerne kunne hatt med seg en bærbar pc. Årsaken til at han og mange andre synshemmede bruker Symbian-telefoner, mener han, er at de for det første er vant til det, ettersom assisterende teknologi lenge har vært tilgjengelig for denne plattformen, men også fordi telefonene stort sett er utstyrt med fysiske taster. Han bruker også mediespilleren iPod Touch, som har samme operativsystem og skjermleser som iPhone, og er av den oppfatning at den tekniske løsningen for skjermleseren her er bedre, og mer integrert med systemet som helhet. Utviklingen av tilgjengelig programvare er også mye enklere for iPhone enn Symbian, påpeker han. Han har derfor lenge vurdert å bytte til iPhone, men foreløpig har mangelen på fysiske taster stanset ham fra å ta dette skrittet. Inntasting av tekst på iPhone anser han også som spesielt komplisert og treg, ettersom hvert enkelt tegn må velges fra et skjermbasert qwerty-tastatur før det kan skrives inn. Samtidig har han merket seg utviklingen av tilgjengelighetssoftware på Android-plattformen, som Eyes-Free og TalkBack, og er heller ikke fremmed for å skaffe seg en Android-telefon. Den foreløpige mangelen på norsk talesyntese på denne plattformen ser han ikke på som noe stort problem, da det for ham ikke er noe problem å forstå hva som blir lest opp selv med "utenlandsk" uttale.

Når det gjelder bruk av Trafikantens tjenester, har han erfaring med både nettsidene, de mobile nettsidene, og applikasjonen til iPhone. Ettersom han selv bruker iPod Touch fungerer ikke applikasjonen uten trådløst nettverk, og han bruker derfor ikke denne i det daglige. Til vanlig bruker han nettsidene og de mobile nettsidene i kombinasjon til å dekke sine informasjonsbehov. De vanlige nettsidene bruker han i hovedsak til å planlegge reiser på forhånd, mens han kun bruker de mobile nettsidene til sanntidsinformasjon, ettersom han mener de er så trege at de i praksis blir ubrukelige til annet. Dette til tross for at han var i stand til å utføre oppgavene fra brukbarhetstesten raskere med skjermleser enn de seende deltagerne i gjennomsnitt klarte ved bruk av skjerm. For å kunne ha rask tilgang til sanntidsinformasjon har han lagret en lang rekke sanntidssøk som bokmerker på telefonen, men heller ikke dette oppfattes som en god løsning, ettersom han synes at

bokmerkesystemet på Symbian blir uoversiktlig etter hvert som det fylles opp. Aller helst ville han hatt en egen skjermleserkompatibel applikasjon til Symbian, ettersom Java-applikasjonen overhodet ikke er kompatibel. En slik applikasjon, påpeker han, ville gjort det enklere for synshemmede å skaffe seg trafikkinformasjon på sine mobiltelefoner. Spesielt er han opptatt av posisjoneringen, som drastisk reduserer nødvendig input, ettersom telefonen allerede vet hvor den er.

Selv om han i liten grad bruker de mobile nettsidene aktivt, har han likevel en del meninger om hvordan de burde fungere. Disse meningene er i stor grad basert på bruk av de normale nettsidene, ettersom disse har den samme funksjonaliteten, og fungerer forholdsvis likt.

Først og fremst er han opptatt av at systemet burde være smartere, og dermed ikke trenge like mye input fra brukeren. At man i reiseplanleggeren er nødt til å ta stilling til om det er transportmidler man ikke ønsker å bruke er ikke akseptabelt, systemet burde bare gi en reiserute uten å vite dette, og heller spørre om denne reiseruten oppfyller dine krav.

Dersom du så svarer nei på dette spørsmålet, mener han at systemet kan kalkulere en ny rute basert på informasjonen du allerede har oppgitt. Et slikt system kan også være i stand til å lære, basert på tilbakemeldingene fra brukerne, påpeker han. Et annet eksempel på det han mener er unødvendig input, er når man må bekrefte et stoppested, selv om man nettopp har skrevet det inn. Hvis man eksempelvis har søkt etter sanntidsinformasjon for linje 5 fra Jernbanetorget, er det bare tull at man skal måtte velge mellom de syv stoppestedene som har "Jernbanetorget" i navnet. Linje 5 går nemlig kun fra T-banestasjonen. Nylig hadde han store problemer med å planlegge en reise, ettersom han ikke husket navnet på stoppestedet, bare hvor det lå. Systemet var ikke i stand til å gjøre denne koblingen mellom stoppested og område, og dette frustrerte ham veldig.

Til eget bruk ville han gjerne hatt en kommandolinjefunksjon, hvor han for eksempel kan skrive inn "Fra Bislett til Jernbanetorget etter 15", og dermed få opp første reiserute fra Bislett til Jernbanetorget etter klokka 15:00. Ellers mener han at det er for mye fokus på å kunne planlegge, det burde heller vært så enkelt som mulig å la være å planlegge, og dermed kunne ta ting på sparket. Under utviklingen av de nye nettsidene foreslår han å benytte åpen betatesting, slik at brukerne får mulighet til å svare på om søkeresultatene er relevante for dem.

Når det gjelder iPhone-applikasjonen er han godt fornøyd med hvordan basisfunksjonaliteten fungerer, men han kunne gjerne tenkt seg flere funksjoner, som et minimum de samme som finnes på de mobile nettsidene. Disse funksjonene måtte da også bli integrert med applikasjonens store styrke, nemlig posisjoneringen. I reiseplanleggeren burde det være mulig å lagre reiser, slik at man kan si "nå vil jeg reise, hvordan skal jeg gjøre det?". Eller at man kun spesifiserer destinasjon og tidspunktet man vil være der, og lar applikasjonen bruke din nåværende posisjon til å generere reiseruten for deg. For å gjøre applikasjonen enda mer nyttig, foreslår han å benytte såkalt *push notifications*, altså kommunikasjonstransaksjoner som er initiert av Trafikantens server. Han ser for seg at dette i samarbeid med reiseplanleggeren kan brukes til å fortelle deg at det er bussen din som kommer nå, eller eventuelt at den er forsinket. En noe mer humoristisk undertone, påpeker han, hadde vært om applikasjonen kunne si "Nå mista du bussen din!", hvis bussen har kjørt og posisjoneringen indikerer at du fremdeles står på holdeplassen. I et slikt tilfelle burde applikasjonen være i stand til automatisk å kalkulere en ny reiserute, basert på din nåværende posisjon. Slik funksjonalitet kan likevel ikke fullstendig løse problematikken med flere busser som stopper samtidig, innser han, men det kan han heller ikke se noen andre fullgode løsninger for.

Han er også en varm tilhenger av å tilby informasjon gjennom APIer, og nevner yr.no som et eksempel til etterfølgelse, ettersom dette gjør det mulig å koble sammen forskjellige tjenester og data fra ulike leverandører. Han er i utgangspunktet skeptisk til at universell utforming har kommet inn i lovgivningen, og er mye mer opptatt av at folk skal se nytten av tilgjengelighet, i stedet for at de får det tredd over hodet gjennom lovverket.

5.4 Samtaler med synshemmede brukere

Inntrykkene jeg fikk fra disse samtalene stemte for det meste overens med data jeg har samlet på andre måter, slik som informasjonsmateriale fra Blindeforbundet, dybdeintervjuet med en blind superbruker, og brukbarhetstesten av Trafikantens mobile tjenester. Jeg gjengir her kort noen av de viktigste poengene.

Den største utfordringen for mange er å finne frem, først til stoppestedet, og deretter inn på riktig buss eller trikk. Viktige virkemidler mot dette problemet er ledelinjer i bakken, som

leder frem til både stoppested og til der dørene på transportmidlet åpner seg, samt utvendig høyttalerannonsering på ankommende transportmidler. Sistnevnte innspill ble videreformidlet til Trafikanten, som sa seg villige til å prøve det ut på sentrumsnære holdeplasser for buss og trikk. Tilgang på informasjon er også kritisk, og viktigheten av tilgjengelige nettsider ble også understreket ved flere anledninger. Blant annet var enkelte svært lite fornøyd med at rutetabellene på nettsidene er i pdf-format. For de fremtidige sanntidsskiltene er det viktig at aktiveringsknappen er enkel å finne, både med ledelinjer i bakken og ved hjelp av kontrastfarger. Slike ledelinjer kan med fordel også brukes til å gjøre det enklere å lokalisere stoppestedet, samt forventet påstigningspunkt. For synshemmede er det ikke ideelt at de fleste sanntidsskiltene er løftet opp fra ansiktshøyde, ettersom dette gjør det vanskeligere for denne gruppen å lese teksten.

6. Diskusjon

6.1 Første problemstilling

"Hvilke utfordringer kan synshemmede møte i kollektivtrafikken?"

Mange av utfordringene synshemmede møter i kollektivtrafikken kan kategoriseres som *orienteringsproblemer*, altså problemer med å orientere seg i miljøet. Norges Blindeforbund gir flere eksempler på dette, som å finne veien til holdeplassen, stoppe riktig buss, finne et ledig sete, gi stoppsignal før ønsket stoppested og komme seg fra holdeplassen til bestemmelsesstedet (Fuglerud, et al. 2003). Basert på samtaler jeg har hatt med synshemmede brukere, samt informasjonsmateriale fra Norges Blindeforbund, oppfatter jeg det slik at den største utfordringen for mange kan være nettopp dette med å gå om bord på riktig buss eller trikk. Dette er spesielt krevende på stoppesteder med mye trafikk, som betjenes av mange forskjellige linjer. Her kan man risikere at så mye som fire eller fem busser stopper samtidig, og at påstigningspunktet dermed kan variere med flere titalls meter. For seende reisende innebærer dette også et irritasjonsmoment, men ved å være oppmerksom på sanntidsskilter og identifisere ankommende busser fortløpende, vil disse likevel være i stand til å komme seg på riktig buss. En blind reisende vil i samme situasjon være avhengig av å spørre forbipasserende om hjelp, men har ingen garanti for at denne hjelpen kommer tidsnok til at han rekker å gå på bussen før denne kjører. Tilsvarende kan det være en utfordring å gå på T-banen, ettersom man på forhånd ikke vet hvor dørene vil åpnes, og det er også en viss fare forbundet med mellomrom mellom tog og plattform, samt mellom vognene.

I tillegg har mange synshemmede *informasjonsproblemer* i møte med kollektivtrafikken, altså problemer med å skaffe seg nødvendig informasjon. Jeg ga i underkapittel 4.2 en presentasjon av de informasjonskanalene som finnes i kollektivtrafikken i Oslo. Disse er hovedsaklig utformet for å gjøre det enklere og mer praktisk å benytte kollektivtrafikk, men som jeg har påpekt er det flere av informasjonskanalene som i sin grunnform i liten grad kan benyttes av synshemmede. Dette gjelder spesielt for informasjonskanalene på stoppestedene, slik som rutetabeller og sanntidsskilter. Tilgjengeligheten av informasjonskanalene som ikke er stedsbundne, slik som nettsider og mobilapplikasjoner,

bestemmes i stor grad av hvor kompatible de er med assisterende teknologi, som skjermlesere. Det fjerde prinsippet for universell utforming, "Forståelig informasjon", er svært relevant i forhold til synshemmedes *informasjonsproblemer*. Her påpekes det at essensiell informasjon må presenteres på flere forskjellige måter, slik som i bilder, verbalt og taktilt, og videre at man skal legge til rette for bruk av hjelpemidler. Slike gode og tilgjengelige informasjonsløsninger kan løse *informasjonsproblemene* synshemmede opplever, men de kan også redusere *orienteringsproblemene*, for eksempel ved å gjøre det enklere å identifisere riktig buss ved hjelp av utvendig annonsering. For å adressere disse utfordringene er det essensielt å bruke både assisterende teknologi og universell utforming som virkemidler, da de beste løsningene ofte finnes i skjæringspunktet mellom de to begrepene (Rose, et al. 2005).

Jeg vil også understreke at det er viktig å se på hele reisekjeden som en helhet, ettersom ett enkelt utilgjengelig ledd i denne kjeden kan være nok til å gjøre hele kjeden utilgjengelig for den synshemmede (St.meld. nr. 16 2008-2009).

6.2 Andre problemstilling

"Hva slags tiltak er iverksatt for å gjøre kollektivtrafikken i Oslo mer tilgjengelig for synshemmede?"

Den nye diskriminerings- og tilgjengelighetsloven (Lovdata 2008) pålegger Trafikanten å arbeide aktivt og målrettet for å fremme universell utforming innenfor virksomheten, slik at flest mulig kan benytte seg av deres tjenester. Samtidig ligger det klare politiske føringer i Nasjonal transportplan 2010 – 2019 (St.meld. nr. 16 2008-2009) om at universell utforming vil bli høyt prioritert i de kommende årene, både når det gjelder offentlige og private tilbydere. Gjennom mitt samarbeid med Trafikanten det siste året sitter jeg igjen med et solid inntrykk av at bedriften er sitt ansvar bevisst på dette området, og at det finnes en sterk vilje i organisasjonen til å gjøre tjenestene de tilbyr mer tilgjengelige. Eksempler på dette er at støtte for skjermleseren VoiceOver tidlig ble implementert i iPhone-applikasjonen, at oppfyllelse av WCAG 2.0 er en del av kravspesifikasjonen til de nye nettsidene som er bestilt, samt samarbeidet med Norges Blindforbund når det gjelder

utforming av holdeplasser og bestilling av sanntidsskilter med talesyntese. En slik nær dialog med brukerne tidlig i designprosessen er ett av hovedprinsippene for menneske-maskin interaksjon (Gould og Lewis 1985), og bidrar til å gjøre sluttresultatet bedre. I tillegg oppfatter jeg at Trafikanten lytter til, og er genuint interessert i, innspill fra studenter som fordyper seg i fagområdet.

Trafikantens brede utvalg av informasjonskanaler, som jeg presenterte i underkapittel 4.2, danner et godt utgangspunkt for å kunne tilby trafikkinformasjon til mennesker med ulike ferdigheter. Dette er i tråd med det 4. designprinsippet for universell utforming, og sikrer at de aller fleste vil være i stand til å bruke minst én av disse kanalene til å skaffe seg basisinformasjon, uavhengig av nedsatt funksjonsevne. Samtidig er det viktig å huske at informasjonen i seg selv ikke er verdt noe dersom andre deler av reisekjeden er utilgjengelige. Under uttestingen av de nye sanntidsskiltene med representanter fra Norges Blindeforbund ble denne problemstillingen diskutert inngående. Her ble det formidlet et ønske om at busser og trikker annonserer sin ankomst ved hjelp av de utvendige høyttalerne, på samme måte som gjøres på T-banen. Dette vil trolig ikke løse problemet fullstendig, men det kan i hvert fall gjøre det enklere å identifisere riktig transportmiddel ved hjelp av den oppleste informasjonen og lydretningen. Innspillet ble videreformidlet til Trafikanten, som sa seg villige til å prøve det ut. Det tekniske er allerede på plass, så det vil i tilfelle kun være snakk om å aktivere løsningen. Likevel vil det fra Trafikantens side kun være aktuelt å tilby slik annonsering på sentrumsnære stoppesteder med stor trafikk, ettersom annonseringen vil kunne oppfattes som sjenerende i boområder. Heldigvis vil også behovet generelt være mindre i slike områder, ettersom det med mindre hyppige avganger er enklere å velge riktig fremkomstmiddel.

Et annet innspill fra det samme møtet var at man burde undersøke muligheten for å la fremkomstmidlene stoppe på samme sted hver gang, og gjerne markere dørenes posisjon taktilt og visuelt på selve plattformen, for å forenkle ombordstigningen. Dette vil fungere godt så lenge det bare stopper ett fremkomstmiddel av gangen, mens det kan bli mer problematisk dersom flere busser eller trikker stopper samtidig på samme stoppested. Denne problematikken kan i hovedsak løses på to måter. Det første alternativet er at kun ett transportmiddel får lov til å stoppe av gangen, og at eventuelle andre transportmidler må vente på tur. Dette er ikke en realistisk løsning, ettersom det vil føre til alvorlige forsinkelser i trafikkavviklingen, samt medføre trafikkorker. Et annet alternativ, som Samferdselsetaten i

Oslo kommune påpeker (Samferdselsetaten 2008), er å designere egne stoppunkt for buss og trikk, slik at trafikken fordeles på flere stoppunkter, og at fremkomstmidlene i utgangspunktet stopper på samme punkt hver gang. Dette stiller krav til at stoppestedene er store nok, og har blant annet blitt utført på det nye Jernbanetorget, hvor de forskjellige busslinjene er fordelt på flere punkter på samme stoppested, og trikken følger en helt egen trasé med egne plattformer. På T-banen bør det i større grad være mulig å innføre et slikt system, ettersom det aldri vil være mer enn ett vognsett ved en plattform av gangen. Dette kan gjøre det enklere for synshemmede reisende å lokalisere nærmeste dør, og samtidig redusere faren forbundet med åpningene mellom vognene. Et potensielt hinder for denne løsningen er at ikke alle vognsett er like lange, og at en markering dermed kan lede ut i løse luften. Alternativt kan man da kun velge å markere noen av døråpningene, de som er til stede uansett lengde på vognsett, for å hindre at slike situasjoner oppstår.

De nye sanntidsskiltene ble møtt med entusiasme av Blindeforbundets representanter. Talesyntesen ble oppfattet som klar og tydelig, og trykknappen som aktiverer opplesningen ble ansett som en god løsning. Høytaleren som var koblet til prototypen ble oppfattet som alt for svak, men denne vil uansett skiftes ut når skiltene blir tatt i bruk. Med tanke på hvor mye støy det kan være på holdeplasser, for eksempel i form av passerende trikker og annen tungtrafikk, stilles det krav til både lydstyrke og frekvens for at beskjedene skal være tydelige for de reisende. Ideelt sett burde høytalerne også ta hensyn til bakgrunnsstøy, slik at de automatisk kan tilpasse seg et lydbilde som forandrer seg over tid. Svært viktig er det også at aktiveringsknappen er enkel å finne, så denne må markeres med både ledelinje (Samferdselsetaten 2008) og kontrastfarger. Det sistnevnte er allerede på plass – panelet er gult, mens selve knappen omkranses av en svart sirkel. For økt synlighet vil denne sirkelen, basert på tilbakemeldingene under testingen, gjøres noe større når skiltene blir tatt i bruk. Samtidig kan det være et problem for svaksynte at de nye skiltene, i likhet med majoriteten av de gamle, er festet høyt oppe på stolper, og at det derfor ikke er mulig å lese dem på svært kort avstand.

At man ikke er nødt til å spille inn eller administrere lydfiler er den store fordel med at løsningen bygger på talesyntese. Maskinvaren som omformer tekst til tale mottar nøyaktig den samme informasjonen som selve skiltene, og krever i prinsippet ingen ekstra administrasjon. Dette betyr at det vil være mulig å plassere de ut i relativt store mengder i

de kommende årene, slik at de faktisk kommer til nytte. Noe fullgodt substitutt for å kunne kjenne igjen ankommende busser og trikker vil dog ikke dette være, da oppløsningen for angitt tid er begrenset til minutter. I tillegg beregnes den oppgitte tiden ut fra fremkomstmiddelets gjenstående avstand til stoppestedet, og kan derfor være unøyaktig på grunn av ting som køer og trafikklys. Likevel, disse talende skiltene vil være i stand til å angi avgangstid med relativt høy presisjon til synshemmede reisende, og vil i kombinasjon med andre teknikker derfor kunne gjøre det enklere for disse å komme seg om bord på riktig buss eller trikk.

Når man så endelig har kommet seg om bord på bussen, har det tradisjonelt vært en stor utfordring for synshemmede å gå av på riktig stoppested (Fuglerud, et al. 2003). Et av blindeforbundets krav til utforming av kollektivtransport er derfor at holdeplasser skal annonseres (Norges Blindeforbund 2004). Tidligere var det i Oslo sjåførens ansvar å stå for denne annonseringen, men det er en kjensgjerning at det ble slurvet mye på dette området. De siste årene har busser, trikker og T-baner blitt utstyrt med systemer for automatisk annonsering av stoppesteder (Trafikanten AS 2010), i form av både tekst og tale, noe som i praksis har løst dette problemet. For seende reisende er det et stort pluss at denne informasjonen også er tilgjengelig på skjerm, slik at det ikke er nødvendig å konsentrere seg om å oppfatte hver enkelt taleannonsering for å vite hvor man befinner seg. Fearnley et al. (Fearnley, et al. 2009) understreker at denne typen tiltak gjerne oppfattes som en generell kvalitetsheving, og ikke spesielt rettede tiltak, og kan derfor føre til at også mennesker uten nedsatt funksjonsevne vil reise oftere med kollektivtrafikk.

6.3 Tredje problemstilling

"I hvilken grad er Trafikantens mobile tjenester tilgjengelige for synshemmede som bruker skjermleser, og hvordan kan disse forbedres?"

Trafikantens tjenester for mobiltelefon, i form av applikasjonene og de mobile nettsidene, åpner for nye og interessante bruksområder. Ved hjelp av disse tjenestene kan de reisende i større grad innhente informasjon mens de er på farten, noe som reduserer nødvendigheten av å planlegge på forhånd. Etter å ha utført omfattende tester av de mobile nettsidene og iPhone-applikasjonen, både med og uten skjermlesere, sitter jeg igjen med et inntrykk av at tjenestene fremdeles har et stort uforløst potensial, både når det gjelder brukbarhet og tilgjengelighet. I det følgende vil jeg diskutere funnene fra disse testene i detalj.

Den heuristiske evalueringen av de mobile nettsidene, beskrevet i underkapittel 3.1, funn i underkapittel 5.1, avslørte en rekke brudd på anbefalingene i WCAG 2.0 (W3C 2008). Ingen av de fire grunnprinsippene i WCAG 2.0 oppfylles, og kravene til nivå A ble bare oppfylt for seks av de tolv retningslinjene. For nivå AA og AAA ble dette redusert ytterligere til henholdsvis fem og fire. Det groveste bruddet er antagelig at det finnes til dels store feil i html-koden, noe som gjør at sidene ikke validerer. I verste fall kan dette føre til at nettsidene blir inkompatible med hjelpemidler, som for eksempel skjermlesere. Dette har i praksis ikke vært noe problem med de skjermleserne jeg har testet, som åpenbart har en viss robusthet mot slike feil, men det finnes ingen garanti for at det samme vil være tilfellet for fremtidige hjelpemidler. Ellers legges det i liten grad til rette for at ikke-tekstlig informasjon, som økt skriftstørrelse for overskrifter, posisjonen til tekstfelt relativt til hjelpetekst, og strukturen i tabeller skal være tilgjengelig for synshemmede. Med unntak av noen uoversiktlige tabeller, og mangelen på markerte overskrifter på avvikssiden, viser det seg likevel nok engang at manglene ikke får store konsekvenser for vanlig skjermleserbruk. Dette er først og fremst fordi sidene er lite komplekse, både i layout og innhold, noe som fører til at store deler av den ikke-tekstlige informasjonen likevel er implisitt tilgjengelig. Et eksempel på slike implisitte sammenhenger er at tekstfelt på nettsidene alltid blir lest opp rett etter sine respektive hjelpetekster, selv om det rent semantisk ikke er noe som knytter disse sammen.

Interessant nok viste det seg under den senere brukbarhetstesting av mobilsidene at flere av de opplevde problemene ikke kunne blitt identifisert ved hjelp av retningslinjene i WCAG

2.0, hvilket stemmer godt med funnene gjort av Rømen og Svanæs (Rømen og Svanæs 2010). Det er likevel ikke dermed sagt at bruddene på WCAG 2.0 er uviktige, og disse bør absolutt rettes opp i før de nye mobilsidene til Trafikanten lanseres høsten 2010.

Erfaringsmessig vil ikke dette være en spesielt omfattende prosess, ettersom den totale mengden html-kode er svært begrenset.

Resultatene fra brukbarhetstesting av de mobile nettsidene, beskrevet i underkapittel 3.2, med funn i underkapittel 5.2, viste seg å være langt mer interessante. De fem deltagerne gikk hver gjennom oppgavesettet seks ganger, og fikk dermed prøvd seg på nettsidene med både iPhone 3GS og Nokia N82, med og uten telefonenes respektive skjermlesere. I løpet av timene dette tok opparbeidet deltagerne seg inngående kjennskap til nettsidene, samt en god forståelse av bruken av skjermlesere i mobiltelefonenes nettlesere, selv om den fysiske bruken av VoiceOver viste seg å være problematisk for de fleste. Denne prosessen gjorde deltagerne godt rustet til å uttale seg, og de kom med mange interessante innspill.

Når det gjelder hva som ble oppfattet som det største problemet, var det stor konsensus blant deltagerne. Samtlige ga uttrykk for at bruken av sidene var altfor omstendelig, både med og uten skjermleser, og at selv enkle oppgaver tok for lang tid å utføre. Basert på deltagernes uttalelser og reaksjoner kan det virke som om ett minutt er et greit øvre anslag for hva som ble oppfattet som akseptabel tidsbruk. Funnene i underkapittel 5.2 viser at deltagerne ved bruk av Nokia N82 uten skjermleser kun var i stand til å finne avviksmeldinger og, så vidt, sanntid innenfor denne grensen. Ved bruk av iPhone ble oppgavene i snitt utført mer enn dobbelt så raskt, og dette gjenspeiles i at deltagerne ga uttrykk for å være mer fornøyd ved bruk av denne telefonen. Først og fremst var dette et resultat av at iPhone, med sin berøringsskjerm og nettleseren Safari, ble opplevd som en betydelig bedre surfetelefon enn Nokia N82. Ved bruk av skjermleser gikk alt mye tregere, særlig på iPhone, hvor deltagerne ofte trengte hjelp, og tiden deltagerne brukte på å finne frem ble her opplevd som helt uakseptabel. For å forbedre denne situasjonen ble det foreslått å redusere antall steg, altså sider, som er nødvendig for å utføre oppgavene. Dette kan gjøres ved å samle funksjonalitet som i dag er spredt, for eksempel ved å legge inn tekstfeltene for både til- og fra-holdeplass på samme side. I tillegg ga flere deltakere uttrykk for at enkelte steg kunne fjernes helt, slik som muligheten til å velge bort transportmidler. Det ble også oppfattet som unødvendig at man hver gang er nødt til å bekrefte et stoppested når man allerede har skrevet inn navnet, men i noen situasjoner vil dette være

vanskelig å unngå, for eksempel hvis to stoppesteder har veldig like navn. Ved å redusere antall steg i prosessen vil man samtidig redusere tidsbruken, ettersom en ikke ubetydelig del av denne består av å vente mens sidene laster.

Det var interessant å se at deltagerne stort sett var misfornøyd med de samme tingene, uavhengig av om de brukte skjermleser eller ikke. Med skjermleser var det likevel noen tilleggsutfordringer, ettersom deltagerne hadde vanskelig for å danne seg et mentalt oversiktsbilde over sidene når de ikke kunne se skjermen. Denne delen av testen avslørte at de svært korte hjelpetekstene, som under normal bruk oppfattes som gode nok, ettersom de da kan ses i sammenheng med sidens layout, nå ble oppfattet som lite informative, og til dels forvirrende. Deltagerne lærte seg likevel etter hvert hva de skulle gjøre, men dette var i større grad et resultat av erfaring enn av hjelpetekstene. Korte hjelpetekster var et designvalg som i sin tid trolig ble gjort for å redusere sidestørrelsen, og dermed kostnadene for datatrafikk. Slike kostnader er i dag atskillig lavere enn da sidene ble utformet, så dette valget bør kunne revurderes for de kommende nettsidene. Muligheten for å bokmerke søk for raske oppslag i fremtiden ble satt pris på, men det ble samtidig påpekt at nytten av dette er begrenset, ettersom det krever planlegging.

I stor grad var det også slik at den blinde superbrukeren jeg intervjuet var misfornøyd med de samme aspektene ved de mobile nettsidene som deltagerne i brukbarhetstesten. Han oppfattet de som trege, til tross for at han med Nokia N82 og skjermleser gjennomgående var i stand til å løse oppgavene fra brukbarhetstesten raskere enn de seende deltagerne klarte med skjerm. Selv om han er enig med de andre deltagerne i at antall steg og mengden input må ned, er han i større grad opptatt av at dette gjøres ved at systemet blir mer intelligent, og at det over tid kan lære basert på brukernes valg. I tillegg ville han gjerne hatt en kommandolinjefunksjon på nettsidene, hvor man ved å skrive inn kodeord som "til" og "fra" og navn på stoppested kan få opp søkeresultatene med en gang, ikke ulikt hvordan sms-tjenesten fungerer.

Etter å ha opplevd mye frustrasjon under uttestingen av de mobile nettsidene, ga deltagerne i brukbarhetstesten uttrykk for at overgangen til iPhone-applikasjonen til sammenligning var svært behagelig. GPS-funksjonaliteten ble oppfattet som spesielt smart, og gjorde det atskillig raskere å finne sanntidsinformasjon for nærliggende stoppesteder. At grensesnittet

består av færre og større elementer virket også å bidra til at VoiceOver ble en akseptabel løsning, ettersom det her er enklere å korrigere feil enn i nettleseren, hvilket er i henhold til prinsippene til Bonner et al. (Bonner, et al. 2010). At VoiceOver kan lese opp hele setninger, selv når det tekstlige grensesnittet kun inneholder stikkord, ble ansett som en smart løsning, både for synshemmede og seende. Begrensningen i applikasjonen var likevel åpenbar – man kan kun bruke den til å skaffe informasjon om sanntid og avvik. I første rekke ble det uttrykt ønske om at funksjonaliteten fra de mobile nettsidene også gjøres tilgjengelig i applikasjonen, men da med applikasjonens overlegne grensesnitt. I tillegg kom deltagerne med flere forslag til forbedringer og nye funksjoner utover dette.

Versjon 1.5 av iPhone-applikasjonen, som er den som ble testet, er i stand til å gi en presentasjon av de nærmeste stoppestedene på listeform. En av deltagerne, han som hadde iPhone fra før, ytret ønske om å integrere applikasjonen med telefonens innebygde kart, slik at man dermed også kan få vist stoppestedene på kartet. Denne funksjonaliteten har faktisk blitt innført i den nyeste versjonen (1.6), men dette var noe Trafikanten gjorde på eget initiativ. Reiseplanleggeren var den mest savnede funksjonen, og også denne ble foreslått forbedret ved en eventuell implementasjon. En deltager foreslo en "ta meg hjem"-funksjon, som kan generere en reiseplan fra nåværende posisjon til eierens registrerte adresse. En annen deltager tok denne ideen ytterligere ett hakk videre, og foreslo at man rett og slett kan lagre posisjoner med navn, enten fra posisjon eller ved å velge på kart, og at disse lagrede posisjonene blir tilgjengelige som valg i reiseplanleggerens "Fra" og "Til". Det var nettopp slik reduisering av påkrevd input som gjorde applikasjonen til en umiddelbar suksess for sanntidsinformasjon, og det er grunn til å tro at det samme også kan skje hvis oppskriften blir fulgt for annen funksjonalitet. En siste funksjonalitet som ble foreslått for en fremtidig reiseplanlegger er muligheten til å tegne opp hele reiseruten, inkludert partiene man må gå, på kartet. Dersom den reisendes posisjon samtidig plottes inn fortløpende på samme kart, vil dette ha potensial til å gi en helt ny reiseopplevelse, særlig i ukjente områder.

Også når det gjelder iPhone-applikasjonen delte den blinde superbrukeren mange meninger med deltagerne i brukbarhetstesten. Det er likevel ganske åpenbart at han har større forståelse for, og interesse for, moderne mobilteknologi enn den andre gruppen, og han brukte denne kompetansen til å legge frem flere spennende forslag på ny funksjonalitet. Særlig legger han vekt på nytten av push-basert informasjon, som applikasjonen kan tilby uten at brukeren initierer transaksjonen. Dette kan blant annet brukes til å fortelle

synshemmede når bussen deres kommer, ved hjelp av sanntidssystemet. I tillegg til implementasjon av reiseplanleggeren i applikasjonen, foreslår han omfattende endringer av denne, for å gjøre den mer nyttig. Disse endringene inkluderer forslagene deltagerne i brukbarhetstesten kom med, men han ser i tillegg for seg at applikasjonen aktivt kan ha mulighet til å komme med nye forslag til reiseruter underveis, i tilfelle det nå finnes en bedre rute, eller ruten må endres fordi posisjonen din indikerer at du ikke rakk den bussen du skulle.

Jeg har i underkapittel 2.5 og 4.2 vært inne på at det også finnes applikasjoner til Android, Windows Mobile og Java, men bruken av disse er foreløpig helt marginal i forhold til iPhone. Det finnes altså ingen egen applikasjon for Symbian, som det er grunn til å tro er den vanligste plattformen for synshemmede brukere av smarttelefoner med skjermlesere, basert på innkjøpstallene til Hjelpemiddelsentralen. Dette synet ble ytterligere forsterket av både intervju og samtaler, ettersom flere påpekte Symbians markedsdominans. Symbian-telefonene er i stand til å kjøre Java-applikasjonen, men denne er overhodet ikke kompatibel med noen skjermlesere, og denne gruppen har derfor ikke andre alternativer enn de mobile nettsidene. I dybdeintervjuet kom det frem at mangelen på nettopp en slik applikasjon var et savn. Android-applikasjonen er interessant, ettersom den faktisk har implementert en enkel reiseplanlegger, samtidig som den fungerer delvis med skjermleseren Talkback. Det er likevel en del menyelementer som ikke blir lest opp, trolig som følge av manglende labels på disse, men dette bør være enkelt å fikse opp i. Foreløpig er det likevel slik at det ikke finnes noen skjermleser til Android med norsk uttale, men dette vil helt sikkert komme, og da bør applikasjonen være tilrettelagt for det. Samtidig påpekte den blinde superbrukeren at talesyntesens språk, i hvert fall for ham personlig, ikke har spesielt stor betydning. Tonefallet kan bli noe merkelig, men det som leses opp er likevel fullt forståelig. Det finnes også skjermlesere til Windows Mobile, men disse virker altså å være lite brukt i Norge, og jeg lykkes ikke i å få versjon 3 av Windows Mobile-applikasjonen til å fungere med disse. Hvorvidt dette var et telefonproblem eller et kompatibilitetsproblem med applikasjonen, som nå er tilgjengelig i ny utgave, vites ikke.

7. Konklusjon

”Hvilke utfordringer kan synshemmede møte i kollektivtrafikken?”

Synshemmede møter i hovedsak utfordringer relatert til det å orientere seg, slik som å finne frem til stoppested, gå om bord på riktig fremkomstmiddel, og å gå av på riktig stoppested. Disse utfordringene kan i stor grad reduseres ved hjelp av målrettet bruk av prinsippene for universell utforming, kombinert med assisterende teknologi. Eksempler på dette er bruk av taktile ledelinjer i bakken, og lydbasert annonsering av linjenummer og stoppesteder. I tillegg kan synshemmede ha vansker med å tilegne seg tekstlig informasjon om kollektivtrafikken, med mindre det finnes ikke-tekstlige alternativer, eller informasjonssystemene er kompatible med assisterende teknologi som skjermlesere.

”Hva slags tiltak er iverksatt for å gjøre kollektivtrafikken i Oslo mer tilgjengelig for synshemmede?”

Enkelte av tiltakene Norges Blindeforbund etterlyser i kollektivtrafikken er allerede i bruk i Oslo. Alle stoppesteder annonseres automatisk, både i tale og på skjerm, på trikk, buss og T-bane. Dette tilbudet henger sammen med det omfattende sanntidssystemet, hvor hvert enkelt transportmiddel inneholder teknologi for posisjonering. Utvendig annonsering, som kan gjøre det enklere å identifisere riktig transportmiddel, brukes i langt mindre grad, for det meste på T-banestasjoner som trafikkeres av flere linjer. Sanntidssystemet har også lagt grunnlaget for de 550 sanntidsskiltene som er plassert ut. Disse har god kontrast, og kan derfor være nyttig for svaksynte, selv om majoriteten dessverre ikke er montert i ansiktshøyde. En ny type skilt, hvor talesyntese kan aktiveres ved hjelp av en trykknapp, er bestilt av Trafikanten, og utplasseringen av disse er planlagt å starte høsten 2010. Fremkomstmidlene har blitt utstyrt med utvendige lystavler, som oppgir linjenavn og -nummer med stor skrift og god kontrast.

Taktile ledelinjer, som kan hjelpe synshemmede med å finne stoppesteder og dører for påstigning, har blitt et vanligere syn de siste årene, men er fremdeles ikke særlig utbredt. Dette virker å ha blitt et satsningsområde for Samferdselsetaten, og det er grunn til å anta at det vil bli en økning av slike installasjoner i tiden fremover. Taktil varsling av varierende

utforming brukes også til å markere plattformkanten på T-banestasjoner og enkelte stoppesteder for trikk.

Trafikanten tilbyr et bredt utvalg av informasjonskanaler, hvilket betyr at de aller fleste mennesker er i stand til å bruke en eller flere av disse, uavhengig av nedsatt funksjonsevne. For synshemmede kan ruteopplysningstelefonen være spesielt aktuell, men også de nettbaserte kanalene kan brukes med de rette hjelpemidlene.

”I hvilken grad er Trafikantens mobile tjenester tilgjengelige for synshemmede som bruker skjermleser, og hvordan kan disse forbedres?”

De mobile nettsidene kan i utgangspunktet fungere like godt for synshemmede med skjermleser som for andre brukere, til tross for at sidene i liten grad oppfyller suksesskriteriene i WCAG 2.0. I dette tilfellet betyr dessverre ikke ”like godt” at de fungerer bra. Både synshemmede og seende har gitt uttrykk for at sidene er altfor trege i bruk, og at selv enkle søk medfører omfattende prosesser. For synshemmede med skjermleser er læringskurven spesielt bratt, ettersom hjelpetekstene i systemet er upresise, og til tider villedende. Uten slike hjelpetekster av en viss kvalitet blir derfor denne gruppen avhengig av å memorere komplette søkeprosesser for å kunne bruke systemet med en viss effektivitet. De mobile nettsidene må for det første endres slik at de oppfyller suksesskriteriene i WCAG 2.0. I tillegg bør hjelpetekstene være mer informative, og systemet bør generelt bli raskere i bruk, for eksempel ved å fjerne unødvendige steg i søkeprosessene, og ved å gjøre systemet mer intelligent, slik at man i mindre grad trenger å bekrefte valgene man gjør.

Mobilapplikasjonene generelt, og applikasjonen til iPhone spesielt, oppfattes som mye mer brukervennlige og raske i bruk, og det er et stort pluss at posisjoneringen drastisk reduserer mengden input brukerne må gi. Likevel har applikasjonene potensial til å bli atskillig mer nyttige, ved at dagens begrensede funksjonalitet utvides til å inneholde alle funksjonene fra nettsidene. Ved å integrere disse funksjonene med muligheten for posisjonering, åpnes det for en rekke spennende bruksområder, særlig hvis det i tillegg benyttes push-basert funksjonalitet. Applikasjonen til iPhone er allerede fullt kompatibel med skjermleseren VoiceOver, mens applikasjonene til Windows Mobile og Android bør tilpasses slik at også disse blir fullt kompatible med de tilgjengelige skjermleserne. Det største savnet er nok likevel mangelen av en egen, skjermleserkompatibel, applikasjon til Symbian. Mange

7. Konklusjon

synshemmede bruker Symbian-plattformen, og en slik applikasjon vil derfor kunne være spesielt nyttig for denne gruppen.

Det er verdt å merke seg at alle de foreslåtte tiltakene for de mobile tjenestene ikke bare vil komme synshemmede, eller andre med nedsatt funksjonsevne, til gode, men også alle andre brukere. Dette er helt i tråd med selve grunntanken bak universell utforming, og understreker verdien av en slik tankegang.

8. Appendiks

Dette kapittelet inneholder vedlegg det ikke ble funnet plass til i selve oppgaven. Det første vedlegget er artikkelen "*Accessibility and public traffic information*" (8.1), som jeg skrev sammen med min medstudent Didar Akrei, og fikk publisert til konferansen Unitech2010, *The International Conference on Universal Technologies*. Nummer på figurer og tabeller er her kopiert direkte fra artikkelen, og må ikke blandes sammen med figurene og tabellene i selve oppgaven. Det andre, og siste, vedlegget består av en detaljert gjennomgang av oppgavene til de mobile nettsidene fra brukbarhetstesten (8.2).

8.1 Artikkel: Accessibility and public traffic information

Didar Akrei and Bjørnar Pedersen

Department of Informatics, University of Oslo, PO Box 1080 Blindern N-0316 Oslo, Norway

Abstract

In this paper, we review the public transportation information services in Oslo provided by Trafikanten. Our main concern is on the need for information that is universally accessible, regardless of the users' physical and cognitive abilities. Of particular interest to us are the challenges faced by visually impaired passengers seeking information, and how these can be alleviated by the use of mobile technology.

1. Introduction

This article focuses on the importance of accessibility and universal design in public areas and services. All people, regardless of physical or mental abilities, have the right to use these common goods. This belief is exemplified by the recent Norwegian anti-discrimination law (diskriminerings- og tilgjengelighetsloven) (www.lovdato.no, 2009-01-01), which explicitly states that the public sector, as well as the part of the private sector that deals with the public, shall work purposefully to promote universal design.

One important service bound by this new law is public transportation. Most people need to get around, but for people with special needs, who might not be able to transport

themselves in any other way, public transportation is even more vital. One such group of passengers is the visually impaired. It seems fairly reasonable to assume that visually impaired passengers face a number of challenges, not only when using public transportation, but also when gathering information about it, in the form of time tables or real time updates.

Such information can be made available through a number of different channels, including physical time tables, public service announcements, displays showing real time traffic information, web pages and mobile phone applications. Some of these channels are not fully accessible to the visually impaired, while others can be made accessible through certain design modifications.

In order to facilitate effective use of public transportation, it is also important that traffic information is made available where the user is. This can be achieved by placing accessible information interfaces at strategic locations, such as bus stops. However, the large number of stops, combined with the high cost associated with such installations, can make this an unfeasible approach for the majority of stops. A possible alternative is to allow the users to bring their own interfaces with them, for instance in the form of web capable mobile phones. In addition to being more cost effective, the mobile phone platform offers some interesting possibilities, such as user personalization and position based services.

The purpose of this article is to provide answers to the following questions:

“What are the information channels currently available to passengers in the Greater Oslo Region and how accessible are they to visually impaired users?”

“How can the information be made more accessible?”

“By modifying existing services?”

“By providing additional services?”

This review is closely tied to our master theses, both of which are works in progress. The rest of the paper is structured in the following way: Section 2 looks into the theoretical foundation for this paper. In Section 3 we present the case, the methodology and the findings. We discuss our findings in section 4, before the conclusions are drawn in Section 5.

2. Accessibility and mobile technology

In this section we will look into the theoretical foundation for this paper, and at how the different concepts / terms are related and complete each other.

Access to travel information is an important factor for public transport quality (Grotenhuis et al., 2007). Grotenhuis says "travel information includes not only the content of information but also the condition of information (i.e. the medium, layout, and ergonomics) and the composition of information". A blind or visually impaired person can use mobile technology to access this kind information if conditions are met by the information service provider.

Next, we look into how human-computer interaction and accessibility are related, and the importance of accessibility in relation to universal design and assistive technology.

2.1 Human-computer interaction & accessibility

There are many ways to define human-computer interaction (HCI). One frequently used definition is: "Human-computer interaction is the study of how people design, implement, and use interactive computer systems and how computers affect individuals, organizations, and society" (Myers et al., 1996)

Computer science as a whole has made remarkable progress in the last 20 years, and so is also the case with the field of Human-Computer Interaction (HCI). HCI has its roots in Interaction Design (ID), which can be defined as "designing interactive product to support the way people communicate and interact in their everyday and working lives" (Sharp et al., 2007). HCI, on the other hand, "is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them" (Hewett et al., 1996).

According to Sharp, Rogers and Preece (Sharp et al., 2007), "the main difference between Interaction Design and Human-Computer Interaction is one of scope. ID has cast its net much wider, being concerned with the theory, research, and practice of designing user experiences for all manner of technologies, systems, and products."

For the visually impaired, interaction with a computer is based on different preconditions than that of a seeing user. For a blind or visually impaired person the auditory sense is one

of the central senses for interaction with the real world (Heuten et al., 2006). Therefore, it is a good idea for interfaces to offer audible output, for instance in the form of text-to-speech synthesis or pre-recorded messages. This functionality can be integrated into the service itself, or the service can be made compatible with external text-to-speech programs (screen readers).

In the next subsection, we take a closer look at accessibility as a term.

2.1.1 Accessibility

Accessibility is hard to define, but nevertheless very important when it comes to HCI.

"During recent years, the attention to accessibility for all people has increased and equal opportunities for all people to participate in society are being emphasized" (Iwarsson and Ståhl, 2002)

Kato and Hori (Kato and Hori, 2006) mention that the information may be judged to be "accessible" when it appears to be easily perceivable by the user. But at the same time they point out that its content should not be judged to be "accessed" unless it is cognitively internalized or understood by the user.

Lid (Lid, 2006) argues that today's public transport is not usable for a lot of people with various disabilities. Increasing the accessibility of these services for all is an established political goal. Lid also makes an interesting point regarding the use of passenger surveys, namely that they only say something about the people who use public transportation, and not about those who don't, or the reason why they don't. There is, however, reason to believe that increased accessibility, will lead to more passengers. Additionally, measures that are taken to increase accessibility for all will also improve the quality of the service as a whole, thus benefiting all passengers. Westerheim (Westerheim et al., 2007), however, state that there will still be some environments filled with some obstacles that are in need of special solutions. Westerheim further argues that "Although these special adaptations are not in the spirit of true universal accessibility, in the short term, they will still help with the actual accessibility of the environment." The environment for this paper is reference to public traffic information.

"Many people have tried to coin a definite term for what constitutes accessibility of the environment. One often-used term is universal design." (Westerheim et al., 2007)

2.1.2 Universal design

Ron Mace made the following definition of Universal Design in 1988: "an approach to design that incorporates products as well as building features which, to the greater extent possible, can be used by everyone" (Osteroff, 2001). This definition has later been refined by others, such as the one referenced by Westerheim, Haugset and Natvig (Westerheim et al., 2007): "a process intended to promote the development of products or environments that can be used effectively by all without adaptation or stigmatization."

Table 1. The seven principles of Universal Design

Principle	Definition
1. Equitable use	Usable and marketable to people with diverse abilities
2. Flexibility in use	Accommodates a wide range of individual preference and abilities
3. Simple and intuitive use	Easy to understand, regardless of experience, knowledge, language skills or current concentration level
4. Perceptible information	Communicates necessary information effectively, regardless of ambient conditions or sensory abilities
5. Tolerance for error	Minimizes hazards and adverse consequences of accidental or unintended actions
6. Low physical effort	Can be used efficiently and comfortably, with a minimum of fatigue
7. Size and space for approach and use	Appropriate size and space for approach, reach, manipulation, and use regardless of body size, posture, or mobility

The vision of Universal Design is to simplify people's everyday life by developing products, environments and ways of communicating that are useful for as many people as possible (The Center for Universal Design, 2008). The perspective is one of respecting and valuing the diversity in human capabilities, technological environments and contexts of use (Stephanidis and Akoumianakis, 2001). The definitions of universal design alone do not specify approaches to design practice or provide tools for implementing the concept. Therefore the Center for Universal Design in Raleigh, North Carolina, USA, introduced the concept of Universal Design Principles (The_Center_for_Universal_Design, 2008) as shown in Table 1.

"The purpose of these principles is to articulate the concept of universal design in a comprehensive way, and they are intended to be applied to all environments, products and communications" (Iwarsson and Ståhl, 2002).

We will now have a look at the design concept of Universal design and its importance in relation to accessibility. In the next Section we are going to look at how accessibility is mapped to standards, as well as the importance of having standards.

2.1.3 Standards

Standards are a crucial aspect of the Web, says Miller (Miller, 2005), and points out how the Web took an existing communication medium, the Internet, and used that medium in a way that made information more accessible. Web standards and guidelines are intended to provide web developers with information about how to create accessible web sites and evaluate the accessibility of existing sites (Shaun et al., 2007).

"All Web content has been created because some person or group of people wanted to accomplish something - whether to provide the weather report for a community or to create a family photo album or to sell cars." (W3C, 2001)

W3C accessibility guidelines, Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) , is one of the standard which developers can use as a guide to make its Web content accessible for visually impaired people.

2.1.3.1 WCAG 2.0

WCAG 2.0 is organized around four design principles of web accessibility, which are aimed towards guaranteeing the ability to access content. The principles are:

Perceivable - Information and user interface components must be presentable to users in ways they can perceive.

Operable - User interface components and navigation must be operable.

Understandable - Information and the operation of user interface must be understandable.

Robust - Content must be robust enough that it can be interpreted reliably by a wide variety of user agents, including assistive technologies.

For each principle there are guidelines "which define goals and provide a framework to help authors understand the requirements" (Reid and Snow-Weaver, 2008), and for each of the guidelines, a number of testable requirements, called success criteria, are defined. These criteria describe specifically what must be achieved in order to conform to the guideline (W3C, 2008c).

According to professional reviews, qualitative heuristics are important to achieve accessibility (W3C, 2008b). The guidelines recommend usability testing to determine how well people can use the content for its intended purpose.

For a website to be in conformance with WCAG 2.0, the guidelines give a list of conformance requirements and describe what it means to be accessibility supported. By conformance, it is meant that "you need to satisfy the Success Criteria, that is, there is no content which violates the Success Criteria." (W3C, 2008a).

Reid and Snow-Weaver raise a difficult, but at the same time a highly relevant question concerning the user agents and assistive technology used to make the content available to people with disabilities in the form and modality that meets their needs. According to them, the answer will vary depending on environment and language. Since the public information is available via World Wide Web, they propose that the technology may need to be supported by a wide variety of user agents and assistive technology, including older versions, since users may not upgrade their software and hardware for many years.

As we have seen, WCAG 2.0 can be a powerful tool for making web pages accessible to people with disabilities, for instance visually impaired users aided by assistive technology such as screen readers. Assistive technology is the subject for the next subsection.

2.1.4 Assistive technology

As mentioned earlier, visual impaired people need assistive technology to access information content which is available on the Internet.

Assistive technology is where technology is used "to either help compensate for a disability or to provide accessibility to information and services, and to in general improve the quality of life of a disabled" (Liffick, 2004).

The term "assistive technology" (AT) will in this paper be limited to describing handheld devices such as mobile phones or PDAs "and/or software that is used to increase, maintain, or improve the functional capabilities of individuals with disabilities" (Liffick, 2004) as well as text-to-speech synthesis.

Liffick (Liffick, 2004) also mentions that "assistive technologies has obvious intersections with many issues that are classic HCI topics: human factors (e.g. range of motion, cognitive abilities, psychology issues); interaction devices (alternate keyboard designs, pointing devices, and selection mechanisms); interaction methods (Morse code, voice recognition and output, scanning techniques, word expansion, word prediction); modes of communication (single or multi switch, audio and voice, alternative languages); web accessibility (mechanisms that interfere with AT devices or techniques, dealing with graphics for the visually impaired, audio captioning); and usability testing (user/device matching)."

In recent years, AT has also become integrated into ever smaller devices, such as mobile phones. This miniaturization opens exciting possibilities, which we will look into in the next sub-section.

2.2 Mobile technology and context-awareness

Mobility can be defined as a measurement of how easily one is able to move (Preston and Raje, 2007). Mobility, accessibility, barriers and resistance are related concepts, where one concept often is used to describe one of the others (Øvstedal, 2009).

According to Dey (Dey, 2001), several researchers have attempted to define context-awareness in computing. Schilt and Theimer were the first to use the term "context-aware" and they, according to Dey, refer to context as location, identities of nearby people and objects, and changes to those objects. Dey also states that definitions that are based on specific examples are hard to use, since the dilemma lies in being able to determine if certain kinds of information not mentioned in the definition should be considered to be contextual or not. Dey's definition, which we will use in the following, is "Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves." Dey mentions further on that if a piece of information can be used to characterize the situation of a participant the situation of a participant in an interaction, then that information is context". After specifying what is meant by context, Dey also provides us with a definition of context awareness.

"A system is context-aware if it uses context to provide relevant Information and/or services to the user, where relevancy depends on the user's task" (Dey, 2001)

Now that we have a better understanding of some of the concepts related to accessibility, we will have a closer look at solutions for conveying traffic information in the next section.

3. Public traffic information

Information about public traffic can be delivered to the users in a wide variety of ways. There are strengths and weaknesses associated with all of them, and some are more accessible than others. Real-time information systems are very common in modern public transportation (PT) and a considerable amount of money is spent on such applications each year (Yeung, 2004). In this respect, the Greater Oslo Area is no exception.

We will now give a brief summary of the information channels used by Trafikanten and Ruter in the Greater Oslo Area, in addition to suggesting a new service for hailing drivers.

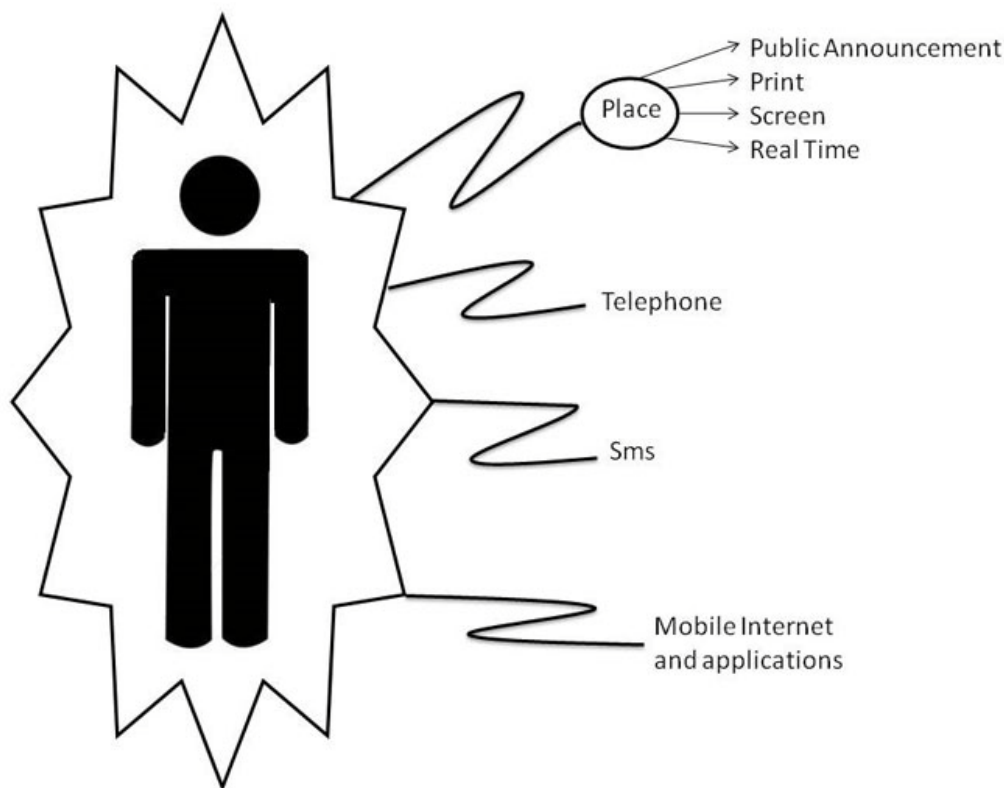


Figure 1: Overview of existing technologies for delivering public traffic information

3.1 Public announcement (PA) loudspeakers

These are placed on all subway stations as well as some of the major bus/tram stations. They are mainly used to inform about irregularities in traffic, not for giving general information. The reason for this is that they are very loud and intrusive, meaning that prolonged usage is unwanted. This may be resolved by using a lot of small speakers instead of a few large ones, as the volume and sound quality would then be more pleasant to the ear. When the PA

system is used in combination with electronic information signs, the vast majority of people will be able to receive the needed messages.

3.2 Audible information on demand

More discreet than the noisy PA systems, these are small speakers that are activated by users, either by pushing a button, or by standing in front of it. Because the users will be right next to the speaker, there is no need for high volume. This means that more detailed information, such as time tables or real time traffic information can be made available without being a nuisance to other passengers. This system is currently being tested by Trafikanten at Rikshospitalet tram station. The current implementation does not use text-to-speech synthesis, and therefore requires someone to record all messages in advance. Additionally, the technology required for this system is expensive, which is currently a major hindrance for deploying it at more than a few selected stations.

3.3 Time tables on paper

Traditional time tables are by the far most common information channel used by Trafikanten and Ruter in the Greater Oslo Area. They are cheap, require little maintenance except for when routes are changed, and offer large amounts of information in a small space. Unfortunately, they offer no form of real time information or information about irregularities. For users with visual impairment, they offer no information at all, unless they ask other passengers for help. Using Braille letters to alleviate this problem would probably not be very efficient. Such panels would be much larger than regular time tables, as well as more expensive. Not to mention the fact that not all visually impaired people understand Braille.

3.4 Real time information displays

Trafikanten has several types of electronic displays placed on selected stations, including the entire subway network. Typically, they show estimated wait times for the upcoming departures. These displays are of no use to blind users, but partially sighted users may benefit from them. Conversations with such users have revealed that they favor the pillar based displays (Fig. 3) over the hanging variety (Fig. 2), as these allow users to stand extremely close to the text.



Figure 2: Real-time screen at bus/tram stop (left) and subway station (www.trafikanten.no)



Figure 3: Multi real-time screen (www.trafikanten.no)

3.5 Phone support

Trafikanten is also contactable through a manned telephone service, 177, which can be used to obtain information related to routes and prices. Giving the users the possibility of talking to another human being instead of a machine means that this service requires little technological insight from the user. There is, however, a certain delay before information is obtained, and this may be detrimental to user experience in some situations. Unlike most other channels of information, there is also a notable cost associated with using this service.

3.6 SMS service

By sending text messages with certain code words to 2050, users will be sent the desired information via SMS. Apart from text messaging being a familiar technology for most users,

it is difficult to see any clear advantages of this service over the web alternatives.

Additionally, each text message has a fee of NOK 3,-.

3.7 Internet

Trafikanten offers route planning, time tables, ticket information and real time information on their web pages. These are quite old, and therefore not quite up to today's standards in web development or accessibility. Modern mobile phones are also able to access it, but users of these are probably better off by using the new mobile web pages, or even one of the mobile applications.

3.8 Mobile internet

For many years, Trafikanten offered an information service through WAP, but this was eventually thought to be a slow and tedious system. Recently, they therefore released a more modern version of the service, making an effort to comply with the accessibility guidelines of web developing. The fact that such established guidelines, for instance WCAG 2.0, exists is one of the strengths of using the mobile web for services that require accessibility. Another benefit for visually impaired users is that mobile text to speech synthesizers often are compatible with the built in web browser, giving the user a familiar interface to work with.

3.9 Mobile applications

The other branch of mobile services consists of independent applications for various platforms. At the moment, such applications exist for java capable phones, iPhone, Android and Windows Mobile. Of particular interest is the possibility to use GPS to pinpoint the user's location, thus using context-awareness to minimize the amount of input needed to select stations and routes. However, accessibility might be an issue for such applications, and this is something that must be addressed. As of version 1.5, the iPhone application supports VoiceOver (Apple, 2010), which is a gesture-based screen reader for iPhone. Initial testing done by Trafikanten suggests that this combination works well.



Figure 4: Real-time iPhone application (www.trafikanten.no)

3.10 Entering / hailing the correct vehicle

While there are currently many ways to receive information, visually impaired passengers have little to no possibility of informing drivers of their intent. This can be a problem when multiple buses stop at the same stop at the same time, or when a bus requires waiting passengers to reach out an arm to signal it to stop. Banâtre et al. (Banâtre et al., 2004) describe Ubibus as an application designed to help blind or visually impaired people to take public transport. Their focus is on the tasks of signaling to the bus driver to stop, and knowing when the correct bus arrives at the stop. To achieve this, they propose using PDAs or mobile phones with WLAN or Bluetooth capabilities.

4. Discussion

As we have seen, Trafikanten provides a multitude of channels for information about public transportation. This is a good starting point, as it increases each user's probability of finding a solution that is suited to their needs. For instance, solutions that are practical for visually impaired users may not be usable at all for a deaf person, and so on.

The original information system for public transportation is plain time tables printed on paper. These are still available at almost every station, and quite often they also provide the only available information at a station. Partially sighted people may be able to use them, but for blind passengers they are inaccessible. In theory, time tables printed in Braille could solve this, but the sheer size and complexity of such tables would be impractical.

LED displays are a more modern and flexible variation of the paper time tables, the obvious advantage being the possibility of giving dynamic information. Examples of such information are real time traffic information and important messages. These displays offer nothing to blind users, but partially sighted passengers may benefit from the increased font size compared to paper time tables. This does, however, require the displays to be at eye-level, making them possible to read at a close distance. Because of costs, and unlike paper based time tables, these displays are not available everywhere, nor are there any plans to make them available everywhere.

For visually impaired users, PA systems are similar in usability to what they are for passengers without disabilities. Unfortunately, this usability is rather limited, for a number of reasons. Firstly, it is a push based service, meaning that the recipients cannot choose what kind of information they want. Secondly, PA systems can be noisy, and quite annoying to the general public, so they are mostly used for high priority messages only. Lastly, such systems are only available at some stations, further reducing usability.

Systems that utilize audible information on demand are an improvement over the regular PA systems. They are less intrusive towards other passengers, and it is therefore acceptable that they provide more detailed information. Trafikanten's solution currently relies on pre-recorded audio, but text-to-speech synthesis will be implemented in future versions. The main problem with such systems is the cost associated with installing them. In a cost-benefit analysis, it is simply not feasible to place such systems at stations without a large user base.

The call center and SMS service have the benefit of being based on familiar technologies, which helps users feel more comfortable while using them. The call center in particular can be very appealing to those who struggle with modern technology, as it allows users to talk with an actual person. For the visually impaired, this is a very relevant service, not only because sight is not required to operate it, but also because it's available everywhere, as long as one carries a phone. The downside of these services is that they are by far the most expensive to use, particularly from a mobile phone. Additionally, they are considerably slower than some of the other channels.

The services based on web pages are probably the most versatile of all, but given the need for a quick response, it is vital that the interfaces are simple and effective to operate. This

has recently been improved upon, but doing a straight forward search may still take a minute or two, during which several decisions has to be made. The solution to this, which many users are unaware of, is to bookmark search pages for easy access in the future. This is a particularly important trick for visually impaired users, as the full search process is more cumbersome with a screen reader.

Mobile applications are very similar to the mobile web pages, but the interface can be made much more streamlined, with features such as auto complete. One of the most interesting possibilities, which made the iPhone application an instant success, is the introduction of location-awareness in the form of GPS/triangulation. This eliminates the need for typing in long station names with tiny keyboards, as the user's position limits the relevant stations to only a few. Choosing between these is then as simple as selecting one of them. For visually impaired users, it may be problematic to get such applications to work with their screen readers, as compatibility on some mobile platforms can be quite limited. If compatibility with existing screen readers is a problem, an alternative would be to include audio input in the programs themselves.

As we have seen, phone based services are currently the only real alternative to paper time tables at a large number of stations and this will not change in the foreseeable future. One of Trafikanten's strategies is therefore to improve these services, so that dynamic information can be accessed effectively from anywhere. With the release of new mobile web pages, as well as applications for most major mobile platforms, passengers are already reaping the benefits of this strategy.

Upgrading the stations and stops themselves will probably be a much more challenging task, as the demands for infrastructure will be greater. This is, naturally, a result of having to provide the users with physical interfaces, instead of allowing them to use their own in the form of computers or mobile phones. These interfaces are expensive, and there is a lengthy beauracratic process involved before they can be installed. As a result, Trafikanten evaluates the costs and gains associated before a decision is made. Typically, the LED signs are placed at stops with more than 2-300 passengers per day. For the moment, the requirements for placing push buttons with audible information are much stricter. At the time of writing, the only such system in service is located at the Rikshospitalet tram station. This makes sense, as the vicinity to a large hospital means that the percentage of visually impaired passengers is

probably higher than elsewhere. For the same reason, there are plans to install the same system at the station closest to the offices of the National Federation for the Blind.

Due to the costs involved with installing interfaces at stops and stations, it does not seem very likely that they will be available at every little stop in the foreseeable future. Therefore, we believe that there will always be a need for portable devices, such as mobile phones, to provide users with information where there are no other channels.

While there are many ways for the visually impaired to access information, it can be much more challenging to get a bus to stop, or to board the correct bus if there are more than one available. To solve this, one would have to devise a way for the passenger to signal the driver to wait. In other countries in the past, this has been done in a variety of stigmatizing ways, such as holding up a sign with the desired bus number. Today, however, it should be possible to find a solution based on wireless communication.

5. Conclusion

Trafikanten provides a wide variety of channels through which information can be accessed. This helps ensure that passengers, the visually impaired included, should have at least one service that is suitable for them.

The systems that consist of a physical installation at the station can be quite powerful, but they fall short of universal accessibility due to the fact that they only cover a percentage of stations. This may change in the future, due to cheaper and more available technology, but there are currently no such plans.

Services using mobile phones, however, suffer from no such limitations. The vast amount of available information, as well as the possibility to access it from anywhere, is the main advantage. With a compatible screen reader, visually impaired users can also benefit from these technologies, particularly after usability testing has been performed.

While it is possible to find out when a particular bus is leaving, it may be very difficult to identify it for visually impaired passengers. At the busier stations, this is a serious challenge, which should be addressed as soon as possible

6. Future work

As we have learned, visually impaired users of public transportation are faced with a series of imposing challenges. In light of these challenges, we would like to do an extensive accessibility evaluation of the services offered by Trafikanten to users of the public transportation system in the Greater Oslo Area. The details of this evaluation are not set in stone, but there are several things we would like to investigate, if time permits:

6.1 Heuristic evaluation of the mobile web pages.

Heuristic evaluation is a powerful method to discover usability problems in a system. A set of heuristics, or principles, is defined, and a small group of experts perform an evaluation of the system against these heuristics. In this case, the heuristics will be WCAG 2.0, and the experts will be students with an interest in HCI. This will help decide whether or not the new web pages are WCAG 2.0 compliant, and to which extent it is compliant (A, AA, AAA)

6.2 Usability testing of selected services.

To be able to get an even greater insight in the matter at hand, it is vital that we spend time with the actual users of the services. If all goes well, we will be able to perform usability testing of one or more of these services with visually impaired users. Which exact services that will be evaluated depends partly on the wishes of Trafikanten and the National Federation for the Blind, but likely candidates are the mobile web pages, the iPhone application and the system for audible information on demand.

7. Acknowledgments

We would like to thank B. Flyen and M. Bentzen from Trafikanten for their valuable insights, and our supervisor, J. Herstad, for his ongoing support.

8. References

Apple. (2010). Apple - Accessibility - iPhone - Vision. Retrieved 28.03, 2010, from <http://www.apple.com/accessibility/iphone/vision.html>.

BANÂTRE, M., COUDERC, P., PAUTY, J. & BECUS, M. (2004) Ubibus: Ubiquitous Computing to Help Blind People in Public Transport. . Mobile Human-Computer Interaction MobileHCI 2004. Springer Berlin / Heidelberg.

DEY, A. K. (2001) Understanding and Using Context. *Personal Ubiquitous Comput.*, 5, 4-7.

GROTENHUIS, J.-W., WIEGMANS, B. W. & RIETVELD, P. (2007) The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport: Customer needs for time and effort savings. *Transport Policy*, 14, 27-38.

HEUTEN, W., WICHMANN, D. & BOLL, S. (2006) Interactive 3D sonification for the exploration of city maps. *Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles*. Oslo, Norway, ACM.

HEWETT, T. T., BAECKER, R., CARD, S., CAREY, T., GASEN, J., MANTEI, M., PERLMAN, G., STRONG, G. & VERPLANK, W. (1996) *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction*, Chapter 2: Human-Computer Interaction. ACM SIGCHI Curriculum Development Group.

IWARSSON, S. & STÅHL, A. (2002) Accessibility, usability and universal design-- positioning and definition of concepts describing person-environment relationships. *DISABILITY AND REHABILITATION*, 25, 57-66.

KATO, T. & HORI, M. (2006) "Beyond Perceivability": critical requirements for universal design of information. *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. Portland, Oregon, USA, ACM.

LID, I. M. (2006) Tilgjengelig reise- hvordan kan vi måle tilgjengeligheten til hele reisekjeden? . Oslo, Sosial- og helsedirektoratet, Deltasenteret.

LIFFICK, B. W. (2004) Introducing assistive technology in an HCI course. *Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education*. Leeds, United Kingdom, ACM.

MILLER, K. W. (2005) Web standards: Why so many stray from the narrow path Commentary on "attributes of a national ethics web site" (C. Whitbeck). *Science and Engineering Ethics*, 11, 477-479.

MYERS, B., JIM HOLLAN, J., ISABEL CRUZ, I., BRYSON, S., BULTERMAN, D., CATARCI, T., CITRIN, W., GLINERT, E., GRUDIN, J. & IOANNIDIS, Y. (1996) Strategic directions in human-computer interaction. *ACM Comput. Surv.*, 28, 794-809.

OSTEROFF, E. (2001) Universal Design: The New Paradigm. Universal Design Handbook. McGraw-Hill.

PRESTON, J. & RAJE, F. (2007) Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. *Journal of Transport Geography*, 15, 151-160.

REID, L. G. & SNOW-WEAVER, A. (2008) WCAG 2.0: a web accessibility standard for the evolving web. Proceedings of the 2008 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A). Beijing, China, ACM.

SHARP, H., ROGERS, Y. & PREECE, J. (2007) Interaction Design: Beyond Human Computer Interaction, John Wiley & Sons.

SHAUN, K. K., JESSIE, A. S., TIMOTHY, J. S. & RICHARD, E. L. (2007) A web accessibility report card for top international university web sites. Proceedings of the 2007 international cross-disciplinary conference on Web accessibility (W4A). Banff, Canada, ACM.

STEPHANIDIS, C. & AKOUMIANAKIS, D. (2001) Universal design: towards universal access in the information society. CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems. Seattle, Washington, ACM.

THE CENTER FOR UNIVERSAL DESIGN (2008) Environments and Products for All People. College of Design, NC State University.

W3C (2008a) Web Content Accessibility Guidelines 2.0: Understanding Conformance.

W3C (2008b) Web Content Accessibility Guidelines 2.0: Understanding WCAG 2.0.

W3C (2008c) Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.

WESTERHEIM, H., HAUGSET, B. & NATVIG, M. (2007) Developing a unified set of information covering accessibility at public transport terminals. *Intelligent Transport Systems, IET*, 1, 75-80.

WWW.LOVDATA.NO (2009-01-01) Lov om forbud mot diskriminering på grunn av nedsatt funksjonsevne (diskriminerings- og tilgjengelighetsloven) Barne- likestillings- og inkluderingsdepartementet.

YEUNG, T. (2004) Editorial to Using IT tools to improve service. Public Transportation International, 53 2-3.

ØVSTEDAL, L. (2009) Litteraturstudie om universell utforming i transport., SINTEF Teknologi og samfunn: Transportforskning. SINTEF A10438 Rapport.

8.2 Brukbarhetstest

Jeg gir her en detaljert gjennomgang av, eller fasit for, de fire første oppgavene fra brukbarhetstesten, presentert i underkapittel 3.2, funn i underkapittel 5.2, med Nokia N82 og skjermleseren Nuance TALKS. Hensikten med denne gjennomgangen er å illustrere sammenhengen mellom nettsidene, hva skjermleseren leser opp, og hvilken input brukeren gir. Alle skjermbilder er tatt ved hjelp av *Screenshot for Symbian OS* (Pranata u.d.).

Hver oppgave gjennomføres gjennom et antall steg, hvor jeg definerer et steg som en tilstand hvor systemet venter på input fra brukeren. I det følgende presenteres hvert enkelt steg på tabellform. Radene identifiseres av kolonnen "Steg", som angir hvilket steg i oppgaven raden representerer. Kolonnen "Side" peker til et skjermbilde, og gir dermed en kobling mellom skjerm og skjermleser. Disse skjermbildene er lagt inn under tabellen de hører hjemme i. Kolonnen "Opplest tekst" angir ordrett hva talesyntesen leser opp når brukeren kommer til det aktuelle steget. "Input" angir handlingen brukeren må utføre etter å ha hørt den oppleste teksten. De forskjellige typene input markeres med ↓, ↑, OK eller abc, som representerer henholdsvis å flytte fokus nedover på siden, å flytte fokus oppover på siden, å trykke på OK-knappen, og å legge inn tekst i et tekstfelt.

8.2.1 Avvik

"Finn ut om det finnes noen avvik i kollektivtrafikken."

Tabell 5: Gjennomgang av 1. oppgave i brukbarhetstesten.

Steg	Side	Opplest tekst	Input	Forklaring
1.	A	"Siden har en overskrift og seks lenker"	↓	Metainformasjon
2.	A	"Trafikanten mobil"	↓	Sidens tittel
3.	A	"Overskriftnivå en Trafikanten mobil"	↓	Overskrift
4.	A	"Reis"	↓	Vanlig tekst
5.	A	"Lenke mellom steder"	↓	Lenke til reiseplanlegger
6.	A	"Vis avganger"	↓	Vanlig tekst
7.	A	"Lenke fra et stoppested tidtabell"	↓	Lenke til tidtabeller
8.	A	"Vis"	↓	Vanlig tekst
9.	A	"Lenke sanntid"	↓	Lenke til sanntidsinfo
10.	A	"Fra et stoppested"	↓	Vanlig tekst
11.	A	"Lenke avvik i trafikken"	OK	Lenke til avvik
12.	B	"Trafikanten avvik i trafikken K to tilbake"	↓	Sidens tittel
13.	B	Overskriftnivå en meldinger om avvik i kollektivtrafikken"	↓	Overskrift

14.	B	"F tre stoppested Økern T ikke betjent inntil videre"	↓	Vanlig tekst
15.	B	"Sist oppdatert tolvte juli to-tusen-og-ti"	↓	Vanlig tekst
16.	B	"null sju trettiseks"	↓	Vanlig tekst
17.	B	"P-g-a ombygging betjener ikke flybussekspressen stoppested Økern T inntil videre"		Vanlig tekst

Siden har 1 overskrift og 6 lenker

Trafikanten - mobil

[Reis mellom steder](#)
[Vis avganger fra et stoppested \(tidtabell\)](#)
[Vis sanntid fra et stoppested](#)
[Avvik i trafikken](#)
[Søk kortnavn](#)
[Kontakt](#)

Valg Lukk

Side A

Overskrift nivå 1 Meldinger om avvik i kollektivtrafikken

Meldinger om avvik i kollektivtrafikken

F3: Stoppested Økern T ikke betjent inntil videre

Sist oppdatert: 2010-07-12 07:36
 Pga ombygging betjener ikke Flybussekspressen stoppested Økern T inntil videre.

Buss 83 og 907: Omkjøring

Valg Tilbake

Side B

8.2.2 Sanntid

"Finn neste avgang (i sanntid) for Linje 5 Vestli fra Blindern T-bane."

Tabell 6: Gjennomgang av 2. oppgave i brukbarhetstesten.

Steg	Side	Opplst tekst	Input	Forklaring
1.	C	"Siden har en overskrift og seks lenker"	↓	Metainformasjon
2.	C	"Trafikanten mobil"	↓	Sidens tittel
3.	C	"Overskriftnivå en Trafikanten mobil"	↓	Overskrift
4.	C	"Reis"	↓	Vanlig tekst
5.	C	"Lenke mellom steder"	↓	Lenke til reiseplanlegger
6.	C	"Vis avganger"	↓	Vanlig tekst
7.	C	"Lenke fra et stoppested tidtabell"	↓	Lenke til tidtabeller
8.	C	"Vis"	↓	Vanlig tekst
9.	C	"Lenke sanntid"	OK	Lenke til sanntidsinfo
10.	D	"Page has no links K en valg K to tilbake"	↓	Metainformasjon
11.	D	"Trafikanten sanntid"	↓	Sidens tittel
12.	D	"Finn avganger i sanntid fra et"	↓	Vanlig tekst

8. Appendiks

		stoppested		
13.	D	"Stoppested"	↓	Vanlig tekst
14.	D	"Tekst"	OK	Fokus på tekstfelt
15.	E	"Tekstvindu tekst stor bokstav K en ok K to avbryt"		Tekstfeltet er åpent for redigering.
16.	E	"B-l-i-n-d-e-r-n"	abc	Skriver navn på stopp
17.	E		OK	Bekrefter navn
18.	D	"Tekst Blindern K en valg K to tilbake"	↓	Fokus på tekstfelt
19.	D	"Linjenr valgfritt"	↓	Vanlig tekst
20.	D	"Tekst"	↓	Fokus på tekstfelt
21.	D	"Neste button"	OK	Knapp til neste side
22.	F	"Siden har fire lenker K en valg K to tilbake"	↓	Metainformasjon
23.	F	"Trafikanten velg stoppested"	↓	Sidens tittel
24.	F	"Velg stoppested"	↓	Vanlig tekst
25.	F	"lenke Blindern tbane Oslo"	OK	Lenke til stoppested
26.	G	"Siden har tre lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
27.	G	"Blindern tbane Trafikanten"	↓	Sidens tittel
28.	G	"Oppdater knapp"	↓	Oppdateringsknapp
29.	G	"Klokka femten femtiåtte femtifire"	↓	Vanlig tekst
30.	G	"Avganger fra Blindern tbane"	↓	Vanlig tekst
31.	G	"Fem"	↓	Vanlig tekst
32.	G	"Vestli"	↓	Vanlig tekst
33.	G	"En minutt"	↓	Vanlig tekst
34.	G	"En"		Vanlig tekst

Siden har 1 overskrift og 6 lenker

Trafikanten - mobil

Reis [mellom steder](#)
 Vis avganger fra et stoppested (tidtabell)
 Vis sanntid fra et stoppested
[Avvik i trafikken](#)
[Søk kortnavn](#)
[Kontakt](#)

Valg Lukk

Side C

Page has no links

Finn avganger i sanntid fra et stoppested:

Stoppested:

Linjenr (valgfritt):

Neste

Valg Tilbake

Side D

Text

Finn avganger i sanntid fra et stoppested:

Stoppested:

Linjenr (valgfritt):

Skriptforespørsel:

Text

Blindern

OK Avbryt

Side E

Siden har 4 lenker

Velg stoppested:
[Blindern \[T-bane\] \(Oslo\)](#)
[Universitetet Blindern \(Oslo\)](#)

[Nytt søk Trafikanten - hjem](#)

Valg Tilbake

Side F

Blindern [T-bane] - Trafikanten

Oppdater

Kl 15:58:54

Avganger fra Blindern [T-bane]:

- 5 Vestli 1 min (1)
- 5 Storo 16:09 (2)
- 5 Vestli 16:15 (1)
- 5 Storo 16:23 (2)
- 5 Vestli 16:30 (1)
- 5 Storo 16:37 (2)
- 5 Vestli 16:45 (1)
- 5 Storo 16:52 (2)

Valg Tilbake

Side G

8.2.3 Tidtabell

"Finn første avgang for linje 5 Vestli fra Blindern T-bane med avgang etter klokken 20:00, og når denne er fremme på Jernbanetorget T-bane."

Tabell 7: Gjennomgang av 3. oppgave i brukbarhetstesten.

Steg	Side	Opplest tekst	Input	Forklaring
1.	H	"Siden har en overskrift og seks lenker"	↓	Metainformasjon
2.	H	"Trafikanten mobil"	↓	Sidens tittel
3.	H	"Overskriftnivå en Trafikanten mobil"	↓	Overskrift
4.	H	"Reis"	↓	Vanlig tekst
5.	H	"Lenke mellom steder"	↓	Lenke til reiseplanlegger

8. Appendiks

6.	H	"Vis avganger"	↓	Vanlig tekst
7.	H	"Lenke fra et stoppested tidtabell"	OK	Lenke til tidtabeller
8.	I	"Siden har seks elementer og null linker K en valg K to tilbake"	↓	Metainformasjon
9.	I	"Trafikanten fra et stoppested"	↓	Sidens tittel
10.	I	"Finn avganger fra et stoppested"	↓	Vanlig tekst
11.	I	"Tekst"	OK	Fokus på tekstfelt
12.	J	"Tekstvindu tekst stor bokstav K en ok K to avbryt"		Tekstfeltet er åpent for redigering
13.	J	"B-l-i-n-d-e-r-n"	abc	Skriver inn navn på stopp
14.	J		OK	
15.	I	"Tekst Blindern K en valg K to tilbake"	↓	Fokus på tekstfelt
16.	I	"Knapp neste"	OK	Knapp til neste side
17.	K	"Siden har en lenke K to tilbake"	↓	Metainformasjon
18.	K	"Trafikanten"	↓	Sidens tittel
19.	K	"Velg stoppested"	↓	Vanlig tekst
20.	K	"Kombinasjonsboks Blindern tbane o-s-l"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
21.	K	"Velg dato"	↓	Vanlig tekst
22.	K	"Kombinasjonsboks tirsdag trettende juli to-tusen-og-ti"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
23.	K	"Velg tidspunkt"	↓	Vanlig tekst
24.	K	"Kombinasjonsboks atten null null nitten null null"	OK	Fokus på nedtrekksmeny, trykker OK for å åpne
25.	L	"Atten null null nitten null null en av tjuefire"	↓	Nedtrekksmenyen er åpen, blar nedover
26.	L	"Nitten null null tjue null null to av tjuefire"	OK	Bekrefter valg i nedtrekksmenyen
27.	K	"Kombinasjonsboks nitten null null tjue null null"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
28.	K	"Neste knapp"	OK	Knapp til neste side
29.	M	"Siden har 14 lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
30.	M	"Trafikanten"	↓	Sidens tittel
31.	M	"Fra Blindern tbane"	↓	Vanlig tekst
32.	M	"Lenke nitten komma null null"	↓	Lenke til avgang
33.	M	"Fem Vestli tbane"	↑	Vanlig tekst
34.	M	"Lenke nitten komma null null"	OK	Lenke til avgang
35.	N	"Siden har en lenke K to tilbake"	↓	Metainformasjon
36.	N	"Trafikanten fem mot Vestli tbane"	↓	Sidens tittel
37.	N	"Fem mot Vestli tbane"	↓	Vanlig tekst
38.	N	"Storo tbane atten komma femtitre"	↓	Vanlig tekst
39.	N	"Nydalens tbane atten komma femtifire"	↓	Vanlig tekst
40.	N	"Forskningsparken tbane atten komma femtini"	↓	Vanlig tekst
41.	N	"Blindern tbane nitten komma null null"	↓	Vanlig tekst
42.	N	"Majorstuen tbane nitten komma null tre"	↓	Vanlig tekst
43.	N	"Nasjonaltheatret tbane nitten komma	↓	Vanlig tekst

		null fem"		
44.	N	"Stortinget tbane nitten komma null sju"	↓	Vanlig tekst
45.	N	"Jernbanetorget tbane nitten komma null åtte"		Vanlig tekst

Siden har 1 overskrift og 6 lenker

Trafikanten - mobil

Reis [mellom steder](#)
 Vis avganger fra et stoppested ([tidtabell](#))
 Vis sanntid fra et stoppested
[Avvik i trafikken](#)
[Søk kortnavn](#)
[Kontakt](#)

Valg Lukk

Side H

Siden har 6 Elementer og 0 linker

Finn avganger fra et stoppested:

Neste

Valg Tilbake

Side I

Text

Finn avganger fra et stoppested:

Neste

Skriptforespørsel:

Text

Blindern

OK Avbryt

Side J

Trafikanten

Velg stoppested:

[Blindern [T-bane] (OSL)]

Velg dato:

Tirsdag 13.07.2010

Velg tidspunkt:

18.00-19.00

Neste

[Nytt søk](#)

Valg Tilbake

Side K

Kombinasjonsboks 18.00-19.00

Velg stoppested:

[Blindern [T-bane] (OSL)]

Velg dato:

18.00-19.00

19.00-20.00

20.00-21.00

21.00-22.00

22.00-23.00

23.00-00.00

OK Avbryt

Side L

Trafikanten

Fra Blindern [T-bane]:

[19.00](#) 5 Vestli [T-bane]
[19.02](#) 3 Mortensrud [T-bane]
[19.03](#) 3 Sognsvann
[19.06](#) 4 Helsfyr [T-bane]
[19.07](#) 5 Storo [T-bane]
[19.14](#) 4 Ringen
[19.15](#) 5 Vestli [T-bane]
[19.17](#) 3 Mortensrud [T-bane]
[19.18](#) 3 Sognsvann
[19.21](#) 4 Helsfyr [T-bane]

[Neste 10 avganger](#)
[Neste timeintervall](#)
[Forrige timeintervall](#)

Valg Tilbake

Side M



Side N

8.2.4 Reiseplanlegger

"Planlegg en reise fra Blindern T-bane til Kampen etter klokken 08:00 i morgen tidlig."

Tabell 8: Gjennomgang av 4. oppgave i brukbarhetstesten.

Steg	Side	Opplest tekst	Input	Forklaring
1.	O	"Siden har en overskrift og seks lenker"	↓	Metainformasjon
2.	O	"Trafikanten mobil"	↓	Sidens tittel
3.	O	"Overskriftnivå en Trafikanten mobil"	↓	Overskrift
4.	O	"Reis"	↓	Vanlig tekst
5.	O	"Lenke mellom steder"	OK	Lenke til reiseplanleggeren
6.	P	"Siden har ingen lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
7.	P	"Trafikanten"	↓	Sidens tittel
8.	P	"Finn reiserute fra stoppested adresse"	↓	Vanlig tekst
9.	P	"Tekst"	OK	Fokus på tekstfelt
10.	Q	"Tekstvindu tekst stor bokstav K en ok K to avbryt"		Tekstfeltet er åpent for redigering
11.	Q	"B-l-i-n-d-e-r-n"	abc	Skriver navn på stopp
12.	Q		OK	Bekrefter navn
13.	P	"Tekst Blindern K en valg K to tilbake"	↓	Fokus på tekstfelt
14.	P	"Kombinasjonsboks stoppested"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
15.	P	"Neste knapp"	OK	Knapp til neste side
16.	R	"Siden har fire lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
17.	R	"Trafikanten reis mellom steder"	↓	Sidens tittel
18.	R	"Velg stoppested du vil reise fra"	↓	Vanlig tekst
19.	R	"Lenke Blindern nummertegn Oslo"	↓	Lenke til stoppested
20.	R	"Lenke Blindern t-bane Oslo"	OK	Lenke til stoppested

21.	S	"Siden har ingen le K to tilbake"	↓	Metainformasjon
22.	S	"Trafikanten reis mellom steder"	↓	Sidens tittel
23.	S	"Skriv hvor du vil reise til"	↓	Vanlig tekst
24.	S	"Tekst"	OK	Fokus på tekstfelt
25.	T	"K-a-m-p-e-n"	abc	Skriver inn stoppested
26.	T		OK	Bekrefter stoppested
27.	S	"Tekst Kampen K en valg K to tilbake"	↓	Fokus på tekstfelt
28.	S	"Kombinasjonsboks stoppested"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
29.	S	"Neste knapp"	OK	Knapp til neste side
30.	U	"Siden har åtte lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
31.	U	"Trafikanten reis mellom steder"	↓	Sidens tittel
32.	U	"Velg stoppested du vil reise til"	↓	Vanlig tekst
33.	U	"Lenke Kampen Oslo"	↓	Lenke til stoppested
34.	U	"Lenke Kampen nummertegn Oslo"	OK	Lenke til stoppested
35.	V	"Siden har ingen le K to tilbake"	↓	Metainformasjon
36.	V	"Trafikanten velg innstillinger"	↓	Sidens tittel
37.	V	"Velg bort evt transportmiddel du ikke vil bruke"	↓	Vanlig tekst
38.	V	"Kombinasjonsboks buss"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
39.	V	"Maks gangtid i min"	↓	Vanlig tekst
40.	V	"Kombinasjonsboks ti"	↓	Fokus på nedtrekksmeny
41.	V	"Neste knapp"	OK	Knapp til neste side
42.	W	"Siden har atten lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
43.	W	"trafikanten velg tid"	↓	Sidens tittel
44.	W	"Når vil du reise"	↓	Vanlig tekst
45.	W	"Lenke nå klokka atten tjuefire"	↓	Lenke til avreisetidspunkt
46.	W	"Lenke tirsdag trettende juli to-tusen-og-ti"	↓	Lenke til avreisetidspunkt
47.	W	"Lenke onsdag fjortende juli to-tusen-og-ti"	OK	Lenke til avreisetidspunkt
48.	X	"Siden har ingen le K to tilbake"	↓	Metainformasjon
49.	X	"Trafikanten"	↓	Sidens tittel
50.	X	"Tidspunkt t t m m"	↓	Vanlig tekst
51.	X	"Tekst ett tusen åtte hundre og tjuefire"	OK	Fokus på tekstfelt
52.	Y	"Tekstvindu tekst ett tusen åtte hundre og tjuefire stor bokstav K en o-k K to avbryt"		Tekstfeltet er åpent for redigering
53.	Y	"null-åtte-null-null"	abc	Skriver klokkeslett
54.	Y		OK	Bekrefter klokkeslett
55.	X	"Tekst null åtte null null K en valg K to tilbake"	↓	Fokus på tekstfelt

8. Appendiks

56.	X	"Neste knapp"	OK	Knapp til neste side
57.	Z	"Siden har fire lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
58.	Z	"Trafikanten – dine reiser"	↓	Sidens tittel
59.	Z	"Fra Blindern t-bane til Kampen nummertegn"	↓	Vanlig tekst
60.	Z	"Avgang anko reisetid merkn"	↓	Vanlig tekst
61.	Z	"Lenke null åtte null to null åtte tjuetre null null tjueen merk"	OK	Lenke til reisedetaljer
62.	Æ	"Siden har fire lenker K to tilbake"	↓	Metainformasjon
63.	Æ	"Trafikanten din reise"	↓	Sidens tittel
64.	Æ	"Tbane tre Mortensrud tbane"	↓	Vanlig tekst
65.	Æ	"A-v-g"	↓	Vanlig tekst
66.	Æ	"Blindern tbane åtte komma null to"	↓	Vanlig tekst
67.	Æ	"Ank Tøyen tbane åtte komma tretten"	↓	Vanlig tekst
68.	Æ	"Gå fra Tøyen tbane til Tøyen skole cirka tre minutter"	↓	Vanlig tekst
69.	Æ	"Vent tre minutter"	↓	Vanlig tekst
70.	Æ	"Buss seksti Tonsenhagen o Hasle"	↓	Vanlig tekst
71.	Æ	"A-v-g"	↓	Vanlig tekst
72.	Æ	"Tøyen skole åtte komma nitten"	↓	Vanlig tekst
73.	Æ	"Ank Kampen kirke åtte komma tjuetre"		Vanlig tekst

Siden har 1 overskrift og 6 lenker

Trafikanten - mobil

Reis [mellom steder](#)
 Vis avganger fra et stoppested (tidtabell)
 Vis sanntid fra et stoppested
[Avvik i trafikken](#)
[Søk kortnavn](#)
[Kontakt](#)

Valg Lukk

Side O

Siden har ingen lenker

Finn reiserute, fra stoppested/adresse:

Stoppested ▾ Neste

Valg Tilbake

Side P

tekst Blindern

Finn reiserute, fra stoppested/adresse:

Stoppested ▾ Neste

Skriptforespørsel:

tekst

Blindern

OK Avbryt

Side Q

Trafikanten - reis mellom steder

Velg stoppested du vil reise fra:

[Blindern # \(Oslo\)](#)
[Blindern \[T-bane\] \(Oslo\)](#)
[Universitetet Blindern \(Oslo\)](#)
[Universitetet-Blindern # \(Oslo\)](#)
 (# = område)

Valg Tilbake

Side R

Trafikanten - reis mellom steder

Skriv hvor du vil reise til:

Stoppested ▾

Neste

Valg Tilbake

Side S

tekst

Skriv hvor du vil reise til:

Stoppested ▾

Neste

Skriptforespørsel:

tekst

Kampen

OK Avbryt

Side T

Trafikanten - Reis mellom steder

Velg stoppested du vil reise til:

[Kampen \(Oslo\)](#)
[Kampen # \(Oslo\)](#)
[Kampen kirke \(Oslo\)](#)
[Kampenesveien \(Sarpsborg\)](#)
[Kampens park \(Oslo\)](#)
[Kampebråten \(i Jongsåsen\) \(Bærum\)](#)
[Kampekastet 2 \(Skien\)](#)
[Kampekastet 2 \(Skien\)](#)
 (# = område)

Valg Tilbake

Side U

Siden har ingen lenker

Velg bort evt. transportmiddel du ikke vil bruke:

Buss;Spor ▾

Maks gangtid i min:

10 ▾ Neste

Valg Tilbake

Side V

Siden har 18 lenker

Når vil du reise?

[Nå \(kl.18.24\)](#)
[Tirsdag 13.07.2010](#)
[Onsdag 14.07.2010](#)
[Torsdag 15.07.2010](#)
[Fredag 16.07.2010](#)
[Lørdag 17.07.2010](#)
[Søndag 18.07.2010](#)
[Mandag 19.07.2010](#)
[Tirsdag 20.07.2010](#)
[Onsdag 21.07.2010](#)
[Torsdag 22.07.2010](#)
[Fredag 23.07.2010](#)
[Lørdag 24.07.2010](#)
[Søndag 25.07.2010](#)

Valg Tilbake

Side W

8. Appendiks

Trafikanten

Tidspunkt (TMM):

1824 Neste

Valg Tilbake

Side X

Trafikanten

Tidspunkt (TMM):

1824 Neste

Skriptforespørsel:

tekst

0800

OK Avbryt

Side Y

Siden har 4 lenker

Fra: Blindern [T-bane] Til: Kampen #

Avg: Anko: Reisetid: Merkn. 08.02 08.23 00.21 MERK!

[Tidligere avganger](#)

[Senere avganger](#)

[Trafikanten - Hjem](#)

(# = område)

Valg Tilbake

Side Z

Trafikanten - din reise

T-bane 3 Mortensrud [T-bane]

Avg: Blindern [T-bane] 08.02

Ank: Tøyen [T-bane] 08.13

Gå fra Tøyen [T-bane] til Tøyen skole ca. 3 minutter.

Vent 3 minutter

Buss 60 Tonsenhagen o/ Hasle

Avg: Tøyen skole 08.19

Ank: Kampen kirke 08.23

Valg Tilbake

Side Æ

Litteraturliste

Akrei, Didar, og Bjørnar Pedersen. «Accessibility and public traffic information.» *Proceedings of Unitech 2010*. Tapir Academic Press, 2010. 114-130.

Apple. *Apple - Accessibility - iPhone - Vision*. 2009.

<http://www.apple.com/accessibility/iphone/vision.html> (funnet Mai 12, 2010).

Apple Inc. «Accessibility.» I *iPhone User Guide*, 183-189. 2009.

Bohonos, S., A. Lee, A. Malik, C. Thai, og R. Manduchi. «Universal Real-Time Navigational Assistance (URNA): An Urban Bluetooth Beacon for the Blind.» 2007.

Bonner, Matthew, Jeremy Brudvik, Gregory Abowd, og W. Keith Edwards. «No-Look Notes: Accessible Eyes-Free Multi-Touch Text Entry.» 2010.

Chen, Charles, Svetoslav Ganov, og T. V. Raman. *TalkBack: An Open Source Screenreader For Android*. 2009. <http://google-opensource.blogspot.com/2009/10/talkback-open-source-screenreader-for.html> (funnet August 11, 2010).

Code Factory. *Code Factory: Making mobile phones and PDAs accessible to the blind and visually impaired*. <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=316> (funnet August 12, 2010).

—. *Code Factory: Making mobile phones and PDAs accessible to the blind and visually impaired*. <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=312> (funnet August 12, 2010).

—. *Code Factory: Making mobile phones and PDAs accessible to the blind and visually impaired*. <http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=336> (funnet Juni 24, 2010).

Coughlan, James, Roberto Manduchi, og Huiying Shen. «Cell Phone-based Wayfinding for the Visually Impaired.» *1st International Workshop on Mobile Vision*. 2006.

Deltasenteret. «Hvem trenger universell utforming? - Universell utforming i offentlig virksomhet.» Helsedirektoratet, 2008.

Dumas, Joseph S., og Janice C. Redish. *Practical Guide to Usability Testing (Human/computer interaction)*. Chicago: Chicago University Press, 1999.

Edyburn, Dave L. «Rethinking Assistive Technology.» *Special Education Technology Practice*, 5(4), 2004: 16-23.

elumo. *TextScout - The Reading Phone*. 2010. <http://www.textscout.eu/en/> (funnet Juli 3, 2010).

Fearnley, Nils, Merethe Dotterud Leiren, Kåre H. Skollerud, og Jørgen Aarhaug. «Nytte av tiltak for universell utforming i kollektivtransporten.» Transportøkonomisk institutt, 2009.

Flyen, Bent. *iPhone står for halvparten av sanntidsforespørsler*. 2010. <http://labs.trafikanten.no/applikasjoner/iphone-str-for-halvparten-av-sanntidsforesprsler.php> (funnet Juni 14, 2010).

Fuglerud, Sverre, et al. «SynsHemmedes transportvirkelighet - Utilgjengelig kollektivtransport og elendig alternativ gir isolasjon.» 2003.

Gartner. «Gartner Says Worldwide Mobile Device Sales Grew 13.8 Percent in Second Quarter of 2010, But Competition Drove Prices Down.» *Technology Research & Business Leader Insight | Gartner*. 2010. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1421013> (funnet August 15, 2010).

Gould, John D, og Clayton Lewis. «Designing for usability: key principles and what designers think.» *Communications of the ACM*, Mars 1985: 300-311.

Handy Tech Norge AS. *Handy Tech Norge AS - Braillino 20 (025419)*. 2006. <http://www.handytech.no/index.php?p=6> (funnet August 12, 2010).

Hewett, Thomas T., et al. *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction*. New York: ACM, 1992.

Hjelpemiddeldatabasen. «Om Hjelpemiddeldatabasen.» *Hjelpemiddeldatabasen*. 2009. <http://www.hjelpemiddeldatabasen.no/about.asp> (funnet Juni 27, 2010).

Kane, Shaun K., Jeffrey P. Bigham, og Jacob O. Wobbrock. «Slide Rule: Making Mobile Touch Screens Accessible to blind people using multi-touch interaction techniques.» *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*. New York: ACM, 2008. 73-80.

knfb Reading Technology Inc. *kReader Mobile Products*. 2009.

<http://www.knfbreader.com/products-kreader-mobile.php> (funnet Februar 3, 2010).

Liu, Xu. «A camera phone based currency reader for the visually impaired.» *ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. Halifax: ACM, 2008. 305-306.

Loadstone GPS. *Loadstone GPS - Satellite Navigation for blind mobile phone users*. 2005.

<http://www.loadstone-gps.com/> (funnet Mai 19, 2010).

Lovdata. «Lov om forbud mot diskriminering på grunn av nedsatt funksjonsevne (diskriminerings- og tilgjengelighetsloven).» 2008.

Mayerhofer, Bernard, Bettina Pressl, og Manfred Wieser. *ODILIA - A Mobility Concept for the Visually Impaired*. Berlin: Springer-Verlag, 2008.

McGookin, David, Stephen Brewster, og WeiWei Jiang. «Investigating Touchscreen Accessibility for People with Visual Impairments.» *Proceedings of the 5th Nordic conference on Human-computer interaction: building bridges*. New York: ACM, 2008. 298-307.

Molich, Rolf, og Jakob Nielsen. «Improving a human-computer dialogue.» *Communications of the ACM*, March 1990: 338-348.

Nielsen, Jakob. «Heuristic evaluation.» I *Usability Inspection Methods*, av Jakob Nielsen og Robert L. Mack, 25-64. New York: Wiley & Sons, 1994.

—. «How to Conduct a Heuristic Evaluation.» *useit.com: Jakob Nielsen on Usability and Web Design*. http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html (funnet April 11, 2010).

Nielsen, Jakob, og Rolf Molich. «Heuristic evaluation of user interfaces.» *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Empowering people*, 1990: 249-256.

Nielsen, Jakob, og Thomas K. Landauer. «A mathematical model of the finding of usability problems.» *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems*, 1993: 206-213.

Norges Blindforbund. *Et inkluderende samfunn - Håndbok om synshemmedes krav til tilgjengelighet*. Oslo: Norges Blindforbund, 2004.

Nuance. «Nuance - Nuance TALKS.» *Speech Recognition, PDF Converter & OCR Solutions*. <http://www.nuance.com/talks/> (funnet August 12, 2010).

Oslo kommune - Samferdselsetaten. *Veileder for ledelinjer til kollektivtransporten - Samferdselsetaten - Oslo kommune*. 2008. (funnet August 14, 2010).

Plos, Ornella, og Stéphanie Buisine. «Universal Design for Mobile Phones: A Case Study.» *CHI '06 extended abstracts on Human factors in computing systems*. Montreal, Quebec: ACM, 2006. 1229-1234.

Pranata, Antony. *Screenshot for Symbian OS | AntonyPranata.com 2.0*. <http://www.antonypranata.com/screenshot> (funnet Juli 7, 2010).

Preiser, Wolfgang, og Elaine Ostroff. *Universal design handbook*. New York: McGraw-Hill Professional, 2001.

Public Law 105-394. «The Assistive Technology Act of 1998.» 1998.

Rose, David H., Ted S. Hasselbring, Skip Stahl, og Joy Zabala. «Assistive Technology and Universal Design for Learning: Two Sides of the Same Coin.» I *Handbook of Special Education Technology Research and Practice*, av Dave Edyburn, Kyle Higgins og Randall Boone, 507-518. Whitefish Bay, WI: Knowledge by Design, 2005.

Ruter AS. «Organisasjon.» *Ruter.no*. 2009. <http://ruter.no/Om-Ruter-As/> (funnet Juni 15, 2010).

Rømen, Dagfinn, og Dag Svanæs. «Validating WCAG 1.0 and WCAG 2.0 through Usability Testing with Disabled users.» *Proceedings of Unitech 2010*. Tapir Academic Press, 2010. 168-189.

Samferdselsetaten. «Ledelinjer og kollektivtransport.» Oslo, 2008.

Sánchez, Jaime H., Fernando A. Aguayo, og Tiago M Hassler. «Independent Outdoor Mobility for the Blind.» *Virtual Rehabilitation*, 2007: 114-120.

Schulz, Trenton. *Making an Application Accessible on the iPhone 3GS*. 2010.

<http://nr.no/~trenton/uu-kurs/iphone-voiceover.html> (funnet August 20, 2010).

Schulz, Trenton, og Kristin Fuglerud. «Universal Mobile Device (UMD) - Methods, Inventory, and Dissemination.» 2010.

Sharp, Helen, Yvonne Rogers, og Jenny Preece. *Interaction Design, 2nd Edition*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2007.

Skyhook Wireless, Inc. «How it Works.» *SKYHOOK WIRELESS*. 2010.

<http://skyhookwireless.com/howitworks/> (funnet Juli 12, 2010).

SnapTell. *SnapTell*. 2007. <http://www.snaptell.com/apps/> (funnet Juni 24, 2010).

Sosial- og helsedirektoratet. *Universell utforming over alt! Planlegging og utforming av uteområder, bygninger, transport og produkter for alle*. Oslo: Sosial- og helsedirektoratet Avdeling for levkår, Deltasenteret og Statens råd for funksjonshemmede, 2003.

St.meld. nr. 16. «Nasjonal transportplan 2010-2019.» 2008-2009.

Stephanidis, Constantine. *User Interfaces for All: Concepts, Methods, and Tools*. Taylor & Francis, Inc., 2000.

Stewart, Jason, Sara Bauman, Michelle Escobar, Jakob Hilden, og Kumud, Newman, Mark W. Bihani. «Accessible contextual information for urban orientation.» *Proceedings of the 10th international conference on Ubiquitous computing*. New York: ACM, 2008. 332-335.

Story, Molly Follette, James L. Mueller, og Ronald L. Mace. *The Universal Design File - Designing for People of All Ages and Abilities*. Raleigh, NC: The Center for Universal Design, 1998.

Tollefsen, Morten. *WCAG 2.0 - Nyheter*. 2009. <http://medialt.no/news/wcag-20/567.aspx> (funnet August 13, 2010).

Trafikanten AS. «Mobilløsninger.» *Trafikanten Beta*. 2010.

<http://beta.trafikanten.no/no/Verdt-a-vite-om/mobil/> (funnet Juni 15, 2010).

—. «Om selskapet Trafikanten AS.» *Trafikanten*. 2007.

http://www.trafikanten.no/trafikkinfo/om_oats.html (funnet Juni 15, 2010).

—. *Trafikanten Beta | I Oslo og Akershus - SIS*. 2010. <http://beta.trafikanten.no/no/Verdt-avite-om/sanntid/Nyheter-Sanntid/videre/>.

Tronstad, Jørgen, Håkon Almo, Bjørnar Pedersen, og Bjørnar Valbø. *Fleksibelt og Innovativt system For FakultetsInformasjon og andre Greier - Sluttrapport*. 2009.

<http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF5261/v09/studentprojects/f.i.f.i.g/sluttrapport.pdf>.

W3C. *Techniques for WCAG 2.0*. 2008. <http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/>.

—. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. 2008.

<http://www.w3.org/TR/WCAG20/>.

Web Accessibility Initiative. *WAI Mission and Organization*.

<http://www.w3.org/WAI/about.html> (funnet Juni 12, 2010).

Web Accessibility Initiative. «Social Factors in Developing a Web Accessibility Business Case for Your Organization.» *World Wide Web Consortium (W3C)*. 2009.

<http://www.w3.org/WAI/bcase/soc> (funnet Juli 3, 2010).

—. «World Wide Web Consortium (W3C).» *Introduction to Web Accessibility*. 2005.

<http://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php> (funnet Juni 7, 2010).

Wixon, Dennis, og Chancey Wilson. «The Usability Engineering Framework for Product Design and Evaluation.» I *Handbook of Human-Computer Interaction*, av Martin G. Helander, Thomas K Landauer og Prasad V. Prabhu, 653-685. Elsevier Science Ltd, 1997.